

明 細 書

冷陰極管点灯装置

技術分野

[0001] 本発明は冷陰極管点灯装置に関し、特に複数の冷陰極管を点灯させる装置に関する。

背景技術

[0002] 蛍光管はその電極の構成により熱陰極管と冷陰極管とに大別される。冷陰極管(CFLともいう)では電極が、高電圧の印加により多数の電子を放出する物質で構成される。すなわち、熱陰極管とは異なり、電極が熱電子放出用のフィラメントを含まない。それにより、冷陰極管は熱陰極管より特に、管径が極めて小さい点、長寿命である点、及び消費電力が小さい点で有利である。それらの利点により、冷陰極管は主に、液晶ディスプレイのバックライト及びFAX/スキャナの光源等、特に薄型化(又は小型化)及び省電力化が強く要求される製品で多用される。

[0003] 冷陰極管は熱陰極管より、放電開始電圧が高く;放電電流(以下、管電流という)が小さく;かつインピーダンスが高い、という電気特性を持つ。冷陰極管は特に、管電流の増大に伴い抵抗値が急落する、という負性抵抗特性を持つ。このような冷陰極管の電気特性に合わせ、冷陰極管点灯装置の構成が工夫される。特に、冷陰極管の用途では装置の薄型化(小型化)及び省電力化が重視されるので、冷陰極管点灯装置も小型化(特に薄型化)及び省電力化が強く要求される。

[0004] 従来の冷陰極管点灯装置としては例えば、次のようなものが知られる(例えば特許文献1及び2参照)。図14はその従来の冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。その従来の冷陰極管点灯装置は、高周波発振回路100、昇圧トランスT、及びインピーダンス整合部200を有する。

高周波発振回路100は直流電源DCからの直流電圧を高周波数の交流電圧に変換し、昇圧トランスTの一次巻線L1に対し印加する。昇圧トランスTは一次電圧より極めて高い電圧を二次巻線L2の両端に発生させる。その高い二次電圧Vはインピーダンス整合部200を通して冷陰極管FLの両端に対し印加される。インピーダンス整合部

200は例えば、チョークコイルLとコンデンサCとの直列回路を含む。ここで、コンデンサCは冷陰極管FLの周辺の浮遊容量を含む。チョークコイルLのインダクタンスとコンデンサCの容量との調節により、昇圧トランスTと冷陰極管FLとの間でインピーダンスが整合する。

[0005] 冷陰極管FLの消灯時、トランスTの一次巻線L1に対し電圧が印加されると、インピーダンス整合部200のチョークコイルLとコンデンサCとの共振により冷陰極管FLの両端電圧VRが急上昇し、放電開始電圧を超える。それにより、冷陰極管FLは放電を開始し、発光し始める。その後、管電流IRの増大に伴い冷陰極管FLの抵抗値が急落する(負性抵抗特性)。それに伴い冷陰極管FLの両端電圧VRが降下する。そのとき、インピーダンス整合部200の作用により、冷陰極管FLの両端電圧VRの変動に関わらず、管電流IRが安定に維持される。すなわち、冷陰極管FLの輝度が安定に維持される。

[0006] 図14では、昇圧トランスTの二次巻線L2とチョークコイルLとが異なる回路素子として表示される。しかし、実際の冷陰極管点灯装置では、一つの漏洩磁束型トランスの二次巻線が、昇圧、チョーク、及びインピーダンス整合の三つに兼用された。それにより部品点数及びサイズが共に小さく抑えられていた。すなわち、従来の冷陰極管点灯装置では漏洩磁束型トランスが特に小型化で有利であるとみなされ、多用された。

[0007] 冷陰極管FLでは一般に、管壁と外部の接地導体(例えば液晶ディスプレイのケース又は反射板)との間に浮遊容量が生じる。例えば、特許文献1に開示される冷陰極管点灯装置のように冷陰極管FLの一方の電極が接地される構成では、他方の電極の電位だけが接地電位に対し大きく変動する。従って、管壁と外部との間の浮遊容量が過大なとき、特に上記の他方の電極近傍で管壁と外部との間で漏れ電流が過剰に増大する。冷陰極管FLが特に長いとき、漏れ電流の過剰な増大は管電流の長さ方向での一様性を崩す。その結果、冷陰極管FLに長さ方向での輝度の偏りが生じる。

[0008] 長さ方向での輝度の一様性を更に高めるには、冷陰極管FLの両端の電極電位の中間点を接地電位に維持すると良い。例えば、図14に示される従来の冷陰極管点灯装置について、昇圧トランスTの二次巻線L2を中性点M2で接地し、冷陰極管FLの両

端それぞれに等価なバラストを接続する(特許文献2参照)。それにより、冷陰極管FLでは両端の電極電位の間接点が接地電位に維持される。すなわち、両端の電極電位が接地電位に対し反対称に維持され、均等に変動する。従って、冷陰極管FLについて、管壁各部と外部との間に流れる漏れ電流の分布が冷陰極管の中央部に対し対称である。それ故、冷陰極管それぞれの長さ方向での輝度の偏りが低減し、すなわちその一様性が向上する。

更に、冷陰極管FLの両端の電極電位の間接点が接地電位に維持される場合、冷陰極管FLの一端の電極が接地される場合とは異なり、冷陰極管FLの両端電圧の振幅が維持されたまま、接地電位に対する電極電位の振幅が半減する。それにより、上記の漏れ電流自体が低減するので、その分布の偏りが低減する。従って、冷陰極管FLの長さ方向での輝度の偏りが更に低減し、すなわちその一様性が更に向上する。

特許文献1:特開平8-273862号公報

特許文献2:特開平8-122776号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] 液晶ディスプレイのバックライトでは特に高輝度が要求される。従って、そのバックライトとして冷陰極管が利用される場合、複数の冷陰極管の設置が望ましい。そのとき、それら複数の冷陰極管間では輝度が一様に揃えられねばならない。更に、冷陰極管点灯装置は小型でなければならない。それらの要請に適うには、それら複数の冷陰極管を共通の電源で並列に駆動することが望ましい。

[0010] しかし、共通の電源による複数の冷陰極管の並列駆動は次の理由で困難であった。

冷陰極管は上記の通り、負性抵抗特性を持つ。従って、複数の冷陰極管を単純に並列接続するだけではいずれか一つの冷陰極管だけに電流が集中し、結局、その一つの冷陰極管しか点灯できない。更に、複数の冷陰極管を共通の電源に接続するとき、それぞれの間の配線、特にその長さが異なる。従って、浮遊容量が冷陰極管ごとに異なる。それ故、複数の冷陰極管の並列駆動では、冷陰極管ごとに管電流を制御し、管電流のばらつきを抑制しなければならない。

[0011] 一つの漏洩磁束型トランスを複数の冷陰極管に共通のチョークコイルとして利用すること、その漏洩磁束型トランスと冷陰極管それぞれとの間でインピーダンス整合を達成すること、及び個々の管電流を高精度に制御することを全て成立させることは困難であった。ここで、その困難は漏洩磁束型トランスに代え、圧電トランスを利用する場合でも同様であった。それ故、従来の冷陰極管点灯装置では、電源(特に漏洩磁束型トランス)を冷陰極管ごとに一つずつ設置し、それぞれの電源でそれぞれの管電流を一樣に制御させた。すなわち、従来の冷陰極管点灯装置では電源が冷陰極管と同数、必要であった。その結果、部品点数の低減が困難であり、それにより、装置全体の更なる小型化が困難であった。

[0012] 更に、例えば漏洩磁束型トランスの二次巻線の中性点を接地し、かつバラストを冷陰極管の両端それぞれに接続することで、冷陰極管の両端の電極電位の中間点を接地電位に維持する場合、二次巻線の中性点とバラストのインピーダンスとを高精度に決定しなければならない。特に、二つに分割された二次巻線の間でインダクタンスを高精度に一致させねばならない。同様に、二つのバラストの間でインピーダンスを高精度に一致させねばならない。そのような高精度の設定が更に、共通の漏洩磁束型トランスによる複数の冷陰極管の一樣な点灯を困難にした。

その上、冷陰極管それぞれに二つずつバラストが必要であるので、部品点数の低減が困難であり、それにより、装置全体の更なる小型化が困難であった。

[0013] 本発明は、共通の電源で複数の冷陰極管を一樣に点灯させ、特に冷陰極管それぞれの長さ方向での輝度を一樣に維持し、それにより更なる小型化と品質の向上とを実現させる冷陰極管点灯装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明による冷陰極管点灯装置は、
複数の冷陰極管それぞれの一端の電極に少なくとも一つずつ接続される複数のバラスト;

バラストを通して冷陰極管それぞれの一端の電極に接続され、複数の冷陰極管の合成インピーダンスより低い出力インピーダンスを持つ第一の低インピーダンス電源;
冷陰極管それぞれ他端の電極に接続され、複数の冷陰極管の合成インピーダン

スより低い出力インピーダンスを持つ第二の低インピーダンス電源;及び、

第一の低インピーダンス電源の出力と第二の低インピーダンス電源の出力との間の位相差を調節し、冷陰極管の両端の電極電位を互いに逆位相で変化させる位相補正回路;

を有する。

[0015] この冷陰極管点灯装置は好ましくは、次のような液晶ディスプレイに搭載される。その液晶ディスプレイは、複数の冷陰極管と、それらの冷陰極管の前側に設置され、冷陰極管の発する光を所定のパターンで遮る液晶パネルと、を有する。本発明による上記の冷陰極管点灯装置は、その液晶ディスプレイのバックライトである上記の複数の冷陰極管を駆動する。

[0016] 複数の冷陰極管間では一般に、特性にばらつきがあり、かつ、配線の相違により周辺の浮遊容量にばらつきが生じる。更に、温度等の環境条件の変動が冷陰極管の動作状態にばらつきを生じさせる。

本発明による上記の冷陰極管点灯装置では従来の装置での前提に反し、電源の出力インピーダンスが抑制される。その代わり、冷陰極管のそれぞれに一つずつバラストが接続される。そのとき、電源の出力インピーダンスが低いので、バラストそれぞれが実質上互いに独立に動作する。それにより、上記のばらつきが冷陰極管ごとに精度良く相殺される。すなわち、複数の冷陰極管間で管電流にばらつきが生じない。従って、複数の冷陰極管間で輝度が一樣に、かつ安定に維持される。

こうして、本発明による上記の冷陰極管点灯装置は、共通の低インピーダンス電源で複数の冷陰極管を一樣にかつ安定に点灯させ得る。

[0017] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では電源の出力インピーダンスが低いので、バラストそれぞれが実質上互いに独立に動作する。それにより、低インピーダンス電源とバラストそれぞれとの間の配線が長くても、更にバラストごとに大きく異なっても、複数の冷陰極管間で管電流にばらつきが生じない。

好ましくは、第一の低インピーダンス電源、第二の低インピーダンス電源、及び位相補正回路が第一の基板に実装され、バラストが第二の基板に実装される。更に好ましくは、第二の基板に冷陰極管の一端が固定される。

バラスト等、他の回路素子は一般に、低インピーダンス電源よりサイズが小さい。従って、低インピーダンス電源を搭載する第一の基板が他の基板から分離されるとき、第二の基板と冷陰極管とから成る部分が容易に薄型化できる。例えば冷陰極管が液晶ディスプレイのバックライトとして利用されるとき、そのディスプレイの薄型化が容易に実現する。

こうして、本発明による上記の冷陰極管点灯装置は配線のレイアウトの柔軟性が高い。特に、複数の冷陰極管の輝度が一樣に維持されたまま、上記の基板の分離が容易に実現する。それ故、装置全体の小型化が容易に実現する。

[0018] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では、第一の低インピーダンス電源が複数の冷陰極管それぞれの一端の電極電位を変化させ、第二の低インピーダンス電源が複数の冷陰極管それぞれの他端の電極電位を変化させる。二つの低インピーダンス電源間では出力の周波数が等しく設定される。一方、二つの低インピーダンス電源のそれぞれで出力の振幅が設定され、それにより冷陰極管それぞれの両端の電極電位が等しい振幅で変化する。

更に、位相補正回路が二つの低インピーダンス電源の出力間の位相差を調節し、冷陰極管それぞれの両端の電極電位を互いに逆位相で変化させる。

こうして、冷陰極管のそれぞれでは両端の電極電位の間接点が接地電位と高精度に等しく維持され、すなわち、両端の電極電位が接地電位に対し反対称に維持される。

[0019] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では特に、第一の低インピーダンス電源と冷陰極管の一端の電極との間の回路構成が、第二の低インピーダンス電源と冷陰極管の他端の電極との間の回路構成と大きく異なっても良い。好ましくは、バラストが第一の低インピーダンス電源と冷陰極管それぞれの一端の電極との間にのみ接続される。

そのとき、第一の低インピーダンス電源の出力が第二の低インピーダンス電源の出力とは異なる振幅に設定される。例えばバラストがインダクタであるとき、第一の低インピーダンス電源の出力は第二の低インピーダンス電源の出力より振幅が小さく設定される。その他に、バラストがコンデンサであるとき、第一の低インピーダンス電源の出

力は第二の低インピーダンス電源の出力より振幅が大きく設定される。こうして、二つの低インピーダンス電源間での出力振幅の差がバラストによる振幅の変化を相殺するので、冷陰極管の両端の電極電位が高精度に等しい振幅で変化する。

更に、位相補正回路が二つの低インピーダンス電源の出力間の位相差を例えば 180° から所定量だけずらす。それにより、低インピーダンス電源の出力間の位相差がバラストによる位相ずれを相殺するので、冷陰極管の両端の電極電位間の位相差が 180° と高精度に等しく維持される。

ここで、低インピーダンス電源は出力インピーダンスが低いので、上記の振幅と位相差との設定は冷陰極管とバラストとの対全てについて共通で良い。

[0020] こうして、冷陰極管のそれぞれで両端の電極電位が接地電位に対し反対称に維持され、均等に変動する。従って、冷陰極管それぞれについて、管壁各部と外部との間に流れる漏れ電流の分布が冷陰極管の中央部に対し対称である。それ故、冷陰極管それぞれの長さ方向での輝度の偏りが低減し、すなわちその一様性が向上する。

更に、冷陰極管の両端の電極電位の中間点が接地電位に維持される場合、冷陰極管の一端の電極が接地される場合とは異なり、冷陰極管の両端電圧の振幅が維持されたまま、接地電位に対する電極電位の振幅が半減する。それにより、漏れ電流自体が低減するので、その分布の偏りが低減する。従って、冷陰極管それぞれの長さ方向での輝度の偏りが更に低減し、すなわちその一様性が更に向上する。

その上、二つの低インピーダンス電源の利用により、それぞれの電源に含まれる回路素子の耐圧が一つの低インピーダンス電源の利用時より半減できる。一方、バラストは冷陰極管それぞれの電極の一方にのみ接続されれば良いので、バラストは冷陰極管と同数で良い。従って、本発明による上記の冷陰極管点灯装置ではその小型化が容易に実現する。

[0021] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では好ましくは、
第一の低インピーダンス電源に対し出力タイミングを指示する第一のパルス信号と
、
第二の低インピーダンス電源に対し出力タイミングを指示する第二のパルス信号と
、

の一方を他方から一定量だけ遅延させる遅延回路、

を位相補正回路が有する。

本発明による上記の冷陰極管点灯装置では、冷陰極管それぞれの動作状態の変動が、冷陰極管それぞれに接続されるバラストにより吸収される。従って、二つの低インピーダンス電源の出力間の位相差は、複数の冷陰極管間での動作状態のばらつきからは影響を受けにくい。それ故、その位相差は全ての冷陰極管について実質的に一定量に維持されれば良い。上記の位相補正回路は上記の遅延回路により、二つの低インピーダンス電源間の出力間の位相差を一定量と等しく、容易に維持できる。

[0022] 更に好ましくは、

冷陰極管を流れる電流(すなわち管電流)、又は冷陰極管の一端の電極電位を検出する検出器、を本発明による上記の冷陰極管点灯装置が有し;

位相補正回路がその検出器による検出値に基づき、二つの低インピーダンス電源の出力間の位相差を変化させる。

冷陰極管の消灯時、管電流が小さいので、両端の電極間が開放される。そのとき、各電極電位の振幅は大きい。更に、バラストによる位相ずれが生じない。

検出器が例えば、一定の閾値以上の管電流を検出しない期間中、又は冷陰極管の一端の電極電位の振幅を所定範囲内には検出しない期間中、位相補正回路が電源出力間の位相差の調節を停止し、その位相差を 180° に固定しても良い。そのとき、バラストによる出力の位相ずれが生じないので、位相補正回路の作用の有無に関わらず、冷陰極管の両端の電極電位は互いに逆位相で変化する。特に、位相補正回路が上記の遅延回路により二つの低インピーダンス電源の出力間の位相差を一定量と等しく維持するとき、上記の期間に遅延回路を停止することでその誤動作を回避できる。

[0023] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では好ましくは、

バラストに接続され、複数の冷陰極管の合成インピーダンスより低い出力インピーダンスを持つトランス、を低インピーダンス電源が有する。こうして、従来の装置での前提に反し、トランスの出力インピーダンスが抑えられるので、低い出力インピーダンス

の電源が実現する。

そのトランスの出力インピーダンスの低減に効果的な手段としては例えば、そのトランスが、コアと、そのコアに巻かれる一次巻線と、その一次巻線の内側若しくは外側又はその両方に巻かれる二次巻線と、を含んでも良い。それにより、漏れ磁束が低減するので、出力インピーダンスが抑えられる。更に、漏れ磁束による周辺機器への悪影響(例えばノイズの発生)が抑えられる。

[0024] ここで、そのトランスの二次巻線が分割巻き又はハネカム巻きの構成を有しても良い。それにより、線間容量が低減するので、二次巻線の自己共振周波数が十分に高く設定できる。従って、本発明による上記の冷陰極管点灯装置は複数の冷陰極管の発光を安定に維持したまま、冷陰極管の駆動周波数を十分に高く設定できる。それ故、トランスの小型化、及びそれによる装置全体の小型化が容易に実現する。

[0025] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では、低インピーダンス電源が上記のトランスに代え、バラストに接続されるパワートランジスタ、を有しても良い。パワートランジスタの利用は出力インピーダンスを容易に、かつ効果的に低減させ得る。従って、本発明による上記の冷陰極管点灯装置は、より多数の冷陰極管を一様に点灯させ得る。

[0026] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では好ましくは、バラストがインダクタを含む。それにより、そのインダクタがチョークコイルとして機能する。すなわち、そのインダクタと冷陰極管周辺の浮遊容量との共振により、その冷陰極管に対し放電開始電圧以上の高電圧が印加される。ここで、実際の放電開始電圧は複数の冷陰極管間でばらつきを持つ。しかし、本発明による上記の冷陰極管点灯装置では、バラストが冷陰極管それぞれに少なくとも一つずつ接続される。従って、実際の放電開始電圧のばらつきに関わらず、共通の低インピーダンス電源からの電圧印加が複数の冷陰極管全てを確実に点灯させる。

[0027] 上記のバラストでは、そのインダクタが、分割巻き又はハネカム巻きのコイル、を有しても良い。それにより、線間容量が低減するので、インダクタの自己共振周波数が十分に高く設定できる。従って、本発明による上記の冷陰極管点灯装置は複数の冷陰極管の発光を安定に維持したまま、冷陰極管の駆動周波数を十分に高く設定できる。それ故、バラストの小型化、及びそれによる装置全体の小型化が容易に実現する。

上記のバラストでは更に、そのインダクタが可飽和リアクトルを含んでも良い。冷陰極管での放電が突然中断し、その冷陰極管の両端電圧が急激に上昇するとき、バラストのインダクタンスが飽和するので、更なる電圧上昇が抑えられる。こうして、過電圧の発生が防止されるので、本発明による上記の冷陰極管点灯装置はその安全性が高い。

[0028] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では、上記のバラストがコンデンサ(以下、バラストコンデンサという)を含んでも良い。そのバラストコンデンサは好ましくは基板の層間容量である。ここで、その基板は例えば積層基板又はフレキシブルプリント配線板であり、その上に本発明による上記の冷陰極管点灯装置、特に冷陰極管との接続部が実装される。こうして、バラストコンデンサが容易に小型化できるので、本発明による上記の冷陰極管点灯装置全体の小型化が容易に実現する。

[0029] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置は好ましくは、バラストに接続される冷陰極管それぞれの一端の電極と接地電位との間に少なくとも一つずつ接続される整合コンデンサ、を有する。その整合コンデンサは例えば、基板の層間容量であっても良い。特に好ましくは、バラストのインピーダンスとその整合コンデンサのインピーダンスとが整合する。更に好ましくは、バラストのインピーダンス、その整合コンデンサと冷陰極管周辺の浮遊容量との合成インピーダンス、及び冷陰極管の点灯時のインピーダンスが整合する。こうして、バラストと冷陰極管とのそれぞれの組合せごとに、バラストと冷陰極管(及びその周辺の浮遊容量)とのインピーダンス整合が実現する。それにより、複数の冷陰極管間での特性、周辺の浮遊容量、及び両端電圧のばらつきに関わらず、複数の冷陰極管間で管電流が一樣に維持されるので、輝度が一樣に維持される。

発明の効果

[0030] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置は、複数の冷陰極管それぞれに少なくとも一つずつ接続される複数のバラストと共通の低インピーダンス電源とにより、従来の装置とは異なり、共通の電源で複数の冷陰極管を一樣に、かつ安定に点灯させる。更に、電源とバラストとの間の配線が長くても良く、バラストごとに大きく異なっても良いので、配線のレイアウトの柔軟性が高い。それ故、装置全体の小型化が従来の装

置より容易に実現する。

[0031] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では更に、二つの低インピーダンス電源が複数の冷陰極管それぞれの両端の電極電位を別々に変化させる。ここで、二つの低インピーダンス電源間では出力の周波数が等しく設定される。一方、二つの低インピーダンス電源のそれぞれで出力の振幅が設定される。その上、位相補正回路が二つの低インピーダンス電源の出力間の位相差を調節する。それにより、二つの低インピーダンス電源のそれぞれと冷陰極管との間の回路構成が大きく異なっても、冷陰極管のそれぞれでは、両端の電極電位が接地電位に対し反対称に維持される。従って、冷陰極管それぞれの長さ方向での輝度の一様性が更に向上する。

[0032] 本発明による上記の冷陰極管点灯装置では好ましくは、バラストが第一の低インピーダンス電源と冷陰極管それぞれの一端の電極との間にのみ接続される。それにより、冷陰極管と同数のバラストだけでも、冷陰極管それぞれの長さ方向での輝度の一様性が向上できる。

更に、上記のように二つの低インピーダンス電源が利用されるとき、それぞれの電源に含まれる回路素子の耐圧が一つの低インピーダンス電源の利用時より半減できる。

こうして、本発明による上記の冷陰極管点灯装置はその小型化が更に容易に実現する。

例えば、本発明による上記の冷陰極管点灯装置が液晶ディスプレイのバックライトに利用されるとき、そのディスプレイの薄型化が容易に実現する。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置を搭載する液晶ディスプレイの内部を示す正面図である。

[図2]図1に示される直線II-IIに沿った液晶ディスプレイの断面図である。

[図3]本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。

[図4]本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置について、原パルス信号P0、第一のパルス信号P1、遅延パルス信号Pd、比較器8Aの出力Pe、及び第二のパルス信号P2を示す波形図である。

[図5]本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置で採用される昇圧トランス5の構成を模式的に示す分解組立図である。

[図6]図5に示される直線VI-VIに沿った昇圧トランス5の断面図である。

[図7]本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置について、昇圧トランス5Aと5Bとの二次側の等価回路を示す模式図である。

[図8]本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置について、冷陰極管20の電圧－電流特性を示すグラフである。

[図9]本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置について、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVB、冷陰極管20の第一の電極21の電位V1、及び、冷陰極管20の両端電圧VF、それぞれの変化を示す波形図である。

[図10]本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。

[図11]本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。

[図12]本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。

[図13]本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。

[図14]従来の冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。

符号の説明

[0034]	DC	直流電源
	1	第一のブロック(低インピーダンス電源)
	4A	第一の高周波発振回路
	4B	第二の高周波発振回路
	Q1	第一のトランジスタ
	Q2	第二のトランジスタ
	In	インバータ
	Lr	インダクタ
	Cr	共振コンデンサ
	5A	第一の昇圧トランス
	5B	第二の昇圧トランス
	51A	第一の一次巻線

51B	第二の一次巻線
M1	一次巻線の中性点
52A	第一の二次巻線
52B	第二の二次巻線
6	位相補正回路
Os	発振器
7	遅延回路
Rd	抵抗器
Cd	コンデンサ
Vr	基準電圧源
8A	比較器
8B	第一のフリップフロップ
8C	第二のフリップフロップ
2	第二のブロック
LB	バラストインダクタ
CP	過電流保護コンデンサ
CM	整合コンデンサ
3	接続端子
20	冷陰極管

発明を実施するための最良の形態

[0035] 以下、本発明の最良の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

《実施形態1》

図1は、本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置を搭載する液晶ディスプレイの内部を示す正面図である。図2は図1に示される直線II-IIに沿った液晶ディスプレイの断面図である(図1に示される矢印が視線方向を示す)。

この液晶ディスプレイは、ケース10、複数の冷陰極管20、反射板30、第一の基板40、第二の基板50、第三の基板60、及び液晶パネル70を有する。本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置は主に二つのブロック1と2とに分けられ、第一の基板40と第

二の基板50との上にそれぞれ実装される。

[0036] ケース10は例えば金属製の箱であり、接地される。ケース10の前側は開いていて、その内側に、反射板30、冷陰極管20、及び液晶パネル70(図1では図示せず)を奥から順に収める。冷陰極管20は複数本(例えば16本)含まれ、それぞれ水平に固定され、かつ縦方向には等間隔に並ぶ。ケース10の両側には第二の基板50と第三の基板60とが設置される。冷陰極管20それぞれの両端は第二の基板50と第三の基板60とに固定される。冷陰極管20それぞれの一端の電極21は冷陰極管点灯装置の第二のブロック2に接続される。冷陰極管20それぞれの他端の電極22は第三の基板60上の接続端子3に接続される。第二のブロック2と接続端子3とは第一の基板40上の第一のブロック1に接続される(その配線は図示せず)。第一の基板40はケース10とは別の部位、例えば液晶ディスプレイの電源ユニット(図示せず)に設置される。第一のブロック1は直流電源(図示せず)に接続される。冷陰極管点灯装置は直流電源から供給される電力を、二つのブロック1と2、及び接続端子3を通して冷陰極管20のそれぞれに分配する。それにより、冷陰極管20はそれぞれ発光する。冷陰極管20の発する光は直接、又は反射板30により反射され、液晶パネル70に入射される(図2に示される矢印参照)。液晶パネル70は所定のパターンで冷陰極管20からの入射光を遮る。それにより、液晶パネル70の前面にはそのパターンが映し出される。

[0037] 図3は、本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。その冷陰極管点灯装置は主に、上記の二つのブロック1と2とから成る。

第一のブロック1は、一対の高周波発振回路4Aと4B、一対の昇圧トランス5Aと5B、及び位相補正回路6を有する。

一対の高周波発振回路4Aと4Bとは互いに相似な構成を持ち、インダクタ L_r 、共振コンデンサ C_r 、第一のトランジスタ Q_1 、第二のトランジスタ Q_2 、及びインバータ I_n をそれぞれ含む。

一対の昇圧トランス5Aと5Bとは互いに相似な構成を持つ。それぞれの一次巻線は中性点 M_1 で二本の一次巻線51Aと51Bとに分けられる。

[0038] 直流電源DCの正極はインダクタ L_r の一端に接続され、負極は接地される。インダクタ L_r の他端は昇圧トランス5A(又は5B)の一次巻線51Aと51Bとの間の中性点 M_1 に接

続される。第一の一次巻線51Aの別の端子53Aと第二の一次巻線51Bの別の端子53Bとの間には共振コンデンサ C_r が接続される。第一の一次巻線51Aの端子53Aは更に、第一のトランジスタQ1の一端に接続される。第二の一次巻線51Bの端子53Bは更に、第二のトランジスタQ2の一端に接続される。第一のトランジスタQ1と第二のトランジスタQ2とのそれぞれの他端は共に接地される。ここで、第一のトランジスタQ1と第二のトランジスタQ2とは好ましくはMOSFETである。その他に、IGBT又はバイポーラトランジスタであっても良い。

[0039] 位相補正回路6は、発振器Os、遅延回路7、比較器8A、二つのフリップフロップ8Bと8C、及び基準電圧源Vrを有する。

発振器Osは第一のフリップフロップ8Bと遅延回路7とに接続され、それらに原パルス信号P0を送出する。

第一のフリップフロップ8Bは原パルス信号P0に基づき第一のパルス信号P1を生成する。第一のパルス信号P1は第一の高周波発振回路4Aへ送出され、第一のトランジスタQ1の制御端子には直接伝達され、第二のトランジスタQ2の制御端子にはインバータInを通して伝達される。

[0040] 遅延回路7は第一のパルス信号P1に基づき、遅延パルス信号Pdを生成する。遅延回路7は例えば、いわゆるRCフィルタであり、抵抗器RdとコンデンサCdとの直列接続を含む。その直列接続の抵抗器Rd側の端子が発振器Osに接続され、コンデンサCd側の端子が接地される。遅延パルス信号Pdは抵抗器RdとコンデンサCdとの接続点Jの電位変化を示す。

比較器8Aの入力端子の一方は抵抗器RdとコンデンサCdとの接続点Jに接続され、他方は基準電圧源Vrの正極に接続される。基準電圧源Vrの負極は接地される。比較器8Aの出力端子は第二のフリップフロップ8Cに接続される。比較器8Aは遅延パルス信号Pdのレベルを基準電圧源Vrの電圧と比較し、その比較結果を出力Peのレベルで表す。

第二のフリップフロップ8Cは比較器8Aの出力Peに基づき、第二のパルス信号P2を生成する。第二のパルス信号P2は第二の高周波発振回路4Bへ送出され、第一のトランジスタQ1の制御端子には直接伝達され、第二のトランジスタQ2の制御端子には

インバータInを通して伝達される。

- [0041] 図4は、原パルス信号P0、第一のパルス信号P1、遅延パルス信号Pd、比較器8Aの出力Pe、及び第二のパルス信号P2を示す波形図である。

原パルス信号P0は矩形パルス信号であり、一定の周波数(例えば90[kHz])、一定のパルス幅、及び、一定のパルス高を持つ。

第一のフリップフロップ8Bは、第一のパルス信号P1の立ち上がりと立ち下がりとを原パルス信号P0の立ち上がりに同期させる。それにより、第一のパルス信号P1は原パルス信号P0と同様な矩形パルス信号として生成される。特に、第一のパルス信号P1の周波数は原パルス信号P0の周波数の1/2倍(例えば45[kHz])であり、第一のパルス信号P1のデューティは50%である。

- [0042] 遅延パルス信号Pdは原パルス信号P0と同位相である。しかし、遅延パルス信号Pdの立ち上がり/立ち下がり時間は原パルス信号P0の立ち上がり/立ち下がり時間より長い。

遅延パルス信号Pdのレベルが基準電圧Vrより低いとき、比較器8Aの出力Peは一定の低レベルを維持する。一方、遅延パルス信号Pdのレベルが基準電圧Vrより高いとき、比較器8Aの出力Peは一定の高レベルを維持する。

第二のフリップフロップ8Cは、第二のパルス信号P2の立ち上がりと立ち下がりとを比較器8Aの出力Peの立ち上がりに同期させる。それにより、第二のパルス信号P2は第一のパルス信号P1と同じ矩形パルス信号として生成される。すなわち、第二のパルス信号P2の周波数は第一のパルス信号P1の周波数と等しい(例えば45[kHz])。更に、第二のパルス信号P2のデューティは50%である。しかし、第二のパルス信号P2の立ち上がりは第一のパルス信号P1の立ち上がりより一定の遅延時間Tdだけ遅れる。その遅延時間Tdは、遅延回路7の時定数(抵抗器Rdの抵抗値RとコンデンサCdの容量Cとの積)、遅延パルス信号Pdのパルス高Vp、及び基準電圧Vrにより次式で与えられる： $Td = -RC \times \ln(1 - Vr/Vp)$ 。

- [0043] 直流電源DCが出力電圧Viを一定値(例えば16[V])に維持する。

第一の高周波発振回路4Aでは、第一のパルス信号P1が、第一のトランジスタQ1の制御端子に対しては元の極性で印加され、第二のトランジスタQ2の制御端子に対し

てはインバータInにより極性を逆にして印加される。

第二の高周波発振回路4Bでは、第二のパルス信号P2が、第一のトランジスタQ1の制御端子に対しては元の極性で印加され、第二のトランジスタQ2の制御端子に対してはインバータInにより極性を逆にして印加される。

そのとき、高周波発振回路4Aと4Bとのそれぞれでは二つのトランジスタQ1、Q2が発振器Osの周波数の1/2倍(例えば45[kHz])で交互にオンオフする。更に、二つのトランジスタQ1とQ2とのオンデューティが共に50%に等しい。それにより、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれでは二つの一次巻線51Aと51Bとに対し入力電圧Viが交互に印加される。その電圧印加ごとにインダクタLrと共振コンデンサCrとが共振し、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの極性が発振器Osの周波数の1/2倍で反転する。

こうして、第一のブロック1は直流電源DCの出力電圧Viを高周波数(例えば45[kHz])の交流電圧VAとVBとに変換する。以下、その周波数を冷陰極管20の駆動周波数という。

- [0044] 本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置では従来の装置での前提に反し、上記の昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの漏れ磁束が以下の通り小さく抑えられる。それにより、第一のブロック1は出力インピーダンスの低い電源の対、すなわち一對の低インピーダンス電源として機能する。

図5は、本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置で採用される昇圧トランス5の構成を模式的に示す分解組立図である。図6は図5に示される直線VI-VIに沿った昇圧トランス5の断面図である(図5に示される矢印が視線方向を示す)。

- [0045] 昇圧トランス5は、一次巻線51(上記の二つの一次巻線51Aと51Bとを合わせたもの)、二次巻線52、二つのE型コア54と55、ボビン56、及び絶縁テープ57を含む。ボビン56は例えば合成樹脂製であり、中空円筒形状である。その中空部56Aには両方の開口部から、E型コア54と55とのそれぞれの中央の突起54Aと55Aとが挿入される。ボビン56の外周面上には複数の仕切57が軸方向に等間隔で設けられる。まず、それらの仕切57の間に二次巻線52が巻かれる。次に、二次巻線52の外側に絶縁テープ58が巻かれる。最後に、絶縁テープ58の外側に一次巻線51が巻かれる。ここで、二次巻

線52は一次巻線51の外側、又は内側と外側との両方に巻かれても良い。このように一次巻線51と二次巻線52とを重ねて巻くことにより漏れ磁束が著しく低減する。従って、昇圧トランス5の出力インピーダンスは低い。その出力インピーダンスは特に、並列に接続される複数の冷陰極管20(図3参照)全ての合成インピーダンスより低く設定される。

この昇圧トランス5では二次巻線52が上記の通り、分割巻きで巻かれる。その他に、ハネカム巻きで巻かれても良い。それにより、巻線間の放電が防止されると共に、線間容量が小さく抑えられる。従って、二次巻線52の自己共振周波数が十分に高く設定できる。

- [0046] 第二のブロック2は冷陰極管20ごとに一つずつ接続され、バラストインダクタLBと過電流保護コンデンサCPとの直列接続、及び整合コンデンサCMをそれぞれ含む。

昇圧トランス5Aと5Bとの二次巻線52Aと52Bとの一端は、互いに極性を逆にして接地される。第一の昇圧トランス5Aの二次巻線52Aの他端はバラストインダクタLBと過電流保護コンデンサCPとの直列接続の一端に接続される。その直列接続の他端は整合コンデンサCMの一端と冷陰極管20の一端の電極に接続される。整合コンデンサCMの他端は接地される。冷陰極管20の他端の電極は接続端子3を通して、第二の昇圧トランス5Bの二次巻線52Bの他端に接続される。

- [0047] バラストインダクタLBは例えば巻線コイルである。そのインダクタンスは例えば450[mH]である。バラストインダクタLBの巻線は好ましくは、昇圧トランス5の二次巻線52と同様に、分割巻き(又はハネカム巻き)で巻かれる(図5、6参照)。それにより、線間容量が小さいので、自己共振周波数が十分に高い。その自己共振周波数は好ましくは、冷陰極管20の駆動周波数より十分に高い。

バラストインダクタLBは更に好ましくは、可飽和リアクトルを含む。それにより、冷陰極管20での放電が突然中断し、その冷陰極管20の両端電圧が急激に上昇するとき、バラストインダクタLBのインダクタンスが飽和するので、更なる電圧上昇が抑えられる。こうして、冷陰極管20及び冷陰極管点灯装置が過電圧から保護される。

- [0048] 過電流保護コンデンサCPは、バラストインダクタLBの短絡時にバッファとして作用し、冷陰極管20を過電流から保護する。過電流保護コンデンサCPの容量は例えば

150[pF]程度に設定される。ここで、過電流の発生のおそれが小さいときは、過電流保護コンデンサCPは設置されなくても良い。

[0049] バラストインダクタLBと過電流保護コンデンサCBとの直列接続のインピーダンスは第一のブロック1の出力インピーダンスより十分に高い。従って、本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置では、バラストインダクタLBと過電流保護コンデンサCBとの直列接続のインピーダンスが冷陰極管20のインピーダンスと整合するとき、効率が高い。更に、そのインピーダンス整合が冷陰極管20それぞれで実現するとき、複数の冷陰極管20間で点灯時の管電流が一樣に維持される。すなわち、共通の電源(第一のブロック1)で複数の冷陰極管20を一樣に点灯できる。

[0050] しかし、冷陰極管20の周辺には様々な浮遊容量が存在する(図示せず)。その浮遊容量には例えば、冷陰極管20とケース10との間の浮遊容量SC(図2参照)、並びに、第一のブロック1、第二のブロック2、第三のブロック3、冷陰極管20、及び接地導体を結ぶ配線の浮遊容量が含まれる。従って、冷陰極管20の周辺の浮遊容量が冷陰極管20ごとに異なる。それ故、冷陰極管20のインピーダンスは冷陰極管20ごとに異なる。

そこで、整合コンデンサCMの容量が例えば20[pF]程度で、第二のブロック2ごとに設定される。特に第二のブロック2間での整合コンデンサCMの容量の差が複数の冷陰極管20間での浮遊容量の差を相殺する。例えば配線が長いほどその浮遊容量は一般に大きいので、昇圧トランス5から遠い冷陰極管20に接続される整合コンデンサCMほど、その容量は小さく設定される。それにより、複数の冷陰極管20間で、整合コンデンサCMと周辺の浮遊容量との合成インピーダンスが実質的に一致する。

[0051] その一致の下で更に、整合コンデンサCM、バラストインダクタLB、及び過電流保護コンデンサCPそれぞれのインピーダンスが調節される。それにより、複数の冷陰極管20のそれぞれで、整合コンデンサCMと周辺の浮遊容量との合成インピーダンスがバラストインダクタLBと過電流保護コンデンサCPとの直列接続のインピーダンスと整合する。更に好ましくは、その合成インピーダンスが冷陰極管20それぞれの点灯時のインピーダンス(例えば200[k Ω])と整合する。

こうして、上記のインピーダンス整合が冷陰極管20それぞれで実現する。その結果

、複数の冷陰極管20間で点灯時の管電流が一様に維持される。それ故、複数の冷陰極管20が一様な輝度で点灯する。更に、その効率が高い。

[0052] 上記の例では、整合コンデンサCMのインピーダンスが複数の冷陰極管20間での浮遊容量の差を相殺するように別々に設定される。その他に、整合コンデンサCMのインピーダンスに代え、又はそれと共に、バラストインダクタLBそれぞれのインピーダンスが、複数の冷陰極管20間での浮遊容量の差を相殺するように別々に設定されても良い。

[0053] 上記のインピーダンス整合により、冷陰極管20の点灯時、複数の冷陰極管20間で管電流の実効値が実質上一様に維持される。それは次のように理解される。

図7は、昇圧トランス5Aと5Bとの二次側の等価回路を示す模式図である。

昇圧トランス5Aと5Bとはいずれも漏れ磁束が少ないので、出力インピーダンスの低い交流電圧源とみなせる。更に、複数の冷陰極管20間では、バラストインダクタLBのインダクタンスL、及び整合コンデンサCMと周辺の浮遊容量との合成容量Cが共通である。従って、管電流の実効値が冷陰極管20のインピーダンスに実質上依存しないことは、いずれか一つの冷陰極管20について理解されれば良い。

ここで、過電流保護コンデンサCPの容量は整合コンデンサCMの容量及び冷陰極管20の周辺の浮遊容量より十分に大きいので、以下の説明では無視できる。

[0054] 管電流をIとし、二次電圧VAとVBとの共通の周波数、すなわち冷陰極管20の駆動周波数を ω とする。そのとき、第二のブロック2に接続される冷陰極管20の電極21(以下、第一の電極という)の電位V1は次式(1)で表される:

$$[0055] \quad V1 = (VA - j\omega LI) / (1 - \omega^2 LC). \quad (1)$$

[0056] 式(1)より第一の昇圧トランス51Aの二次電圧VAと管電流Iとの比は次式(2)を満たす:

$$[0057] \quad VA / I = (1 - \omega^2 LC) V1 / I + j\omega L. \quad (2)$$

[0058] 一方、冷陰極管20の別の電極22(以下、第二の電極という)の電位V2は第二の昇圧トランス5Bの二次電圧VBと等しい。

冷陰極管20の両端電圧VF=V1-V2は冷陰極管20のインピーダンスRと管電流Iとの積に等しい: V1-V2=RI。

第一の昇圧トランス51Aの二次電圧VAは後述の通りに設定され、それにより冷陰極管20の両端の電極電位V1とV2とが同じ振幅で、かつ逆位相で変化する： $V1 = -V2$ 。そのとき、 $V1/I$ は $R/2$ と等しい。それ故、式(2)は次式(3)に書き直される：

$$[0059] \quad VA/I = (1 - \omega^2 LC)R/2 + j\omega L. \quad (3)$$

[0060] バラストインダクタLBと上記の合成容量Cとの間では上記の通り、インピーダンスが整合する： $\omega L \doteq 1/\omega C$ 。そのとき、式(3)の右辺第一項は実質的に相殺されるので、第一の昇圧トランス51Aの二次電圧VAと管電流Iとの比は実質上、次式(4)で表される：

$$[0061] \quad VA/I \doteq j\omega L. \quad (4)$$

[0062] すなわち、管電流Iは実質上、複数の冷陰極管20間で共通のパラメータ、すなわち、第一の昇圧トランス5Aの二次電圧VA、バラストインダクタLBのインダクタンスL、及び冷陰極管20の駆動周波数 ω のみで決まる。特に、管電流Iは冷陰極管20のインピーダンスRには実質上依存しない。

こうして、点灯時の管電流Iが複数の冷陰極管20間で一様に維持される。従って、複数の冷陰極管20が一様な輝度で点灯する。

[0063] ここで、複数の冷陰極管20間で輝度を一様に維持するという本発明の観点からは上記の通り、バラストインダクタLBのインピーダンスが整合コンデンサCMと周辺の浮遊容量との合成インピーダンスと厳密に整合すべきである。すなわち、冷陰極管20の駆動周波数 ω がバラストインダクタLBと上記の合成容量との間の共振周波数 ω_c と厳密に一致すべきである： $\omega \doteq \omega_c = 1/(LC)^{1/2}$ 。

しかし、冷陰極管20の駆動周波数 ω と上記の共振周波数 ω_c とのあまりにも厳密な一致は実際には、本発明の観点とは異なる観点から好ましくない場合がある。例えば、管電流の振幅が過大に増幅され、かつその安定性が低下する。その結果、冷陰極管20のちらつきが過剰になり得る。

そのような状態を回避するには好ましくは、冷陰極管20の駆動周波数 ω が上記の共振周波数 ω_c より少しずれて設定される。ここで、複数の冷陰極管20間での輝度の一様性が十分に維持される範囲で駆動周波数 ω と共振周波数 ω_c との差は調節される。それにより、複数の冷陰極管20間で実質的に一様な管電流が、安定に維持され

る。

[0064] 冷陰極管20の消灯時、バラストインダクタLBは更に次のように機能する。

図8は、冷陰極管20の電圧－電流特性を示すグラフである。縦軸は冷陰極管20の両端電圧(の実効値)VFを示し、横軸は管電流(の実効値)Iを示す。冷陰極管20は負性抵抗特性により、管電流Iが大きいほど両端電圧VFが低い。

冷陰極管20の消灯時、管電流Iは微小値I0である。その状態で昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれから二次電圧VAとVBとが印加される。そのとき、冷陰極管20の両端の電極21、22間は実質上開放されているので、バラストインダクタLBは主に整合コンデンサCMと共振する。それにより、冷陰極管20の両端電圧VFが放電開始電圧V0(例えば2000[V]～2500[V])以上に増大する(図8に示される点X0参照)。従って、冷陰極管20では両端の電極21、22間で放電が開始され、管電流Iが増大する。それに伴い、冷陰極管20の両端電圧VFは放電開始電圧V0から降下し(図8に示される矢印参照)、冷陰極管20のランプ電圧VL(例えば1500[V])近傍で安定に維持される(図8に示される点X1参照)。そのとき、管電流Iは一定値IL(例えば4[mA])に安定に維持される。

[0065] 冷陰極管20のそれぞれでは漏れ電流が管壁と外部との間で流れる。冷陰極管20の長さ方向での輝度の一様性を向上させるには、漏れ電流は冷陰極管20の中央部に対し対称に分布することが好ましい。

そこで、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVBとが以下に示す通りに設定される。それにより、冷陰極管20それぞれでは、両端の電極電位の間中点が接地電位と高精度に等しく維持される。すなわち、両端の電極電位V1とV2とが接地電位に対し反対称に維持される： $V1 = -V2$ 。そのとき、漏れ電流の分布が冷陰極管20の中央部に対し対称である。

[0066] 昇圧トランス5Aと5Bとでは二次巻線52Aと52Bとの極性が逆である。更に、第一のパルス信号P1と第二のパルス信号P2との間には、遅延時間Tdに対応する一定の位相差 δ が設定される(図4参照)。従って、第二の昇圧トランス5Bの二次電圧VBの位相は第一の昇圧トランス5Aの二次電圧VAの位相より $\pi + \delta$ [rad] = $180 + \delta$ [deg]だけ遅れる。それ故、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVB、及び第二の

電極22の電位 V_2 はそれぞれ、次式(5)、(6)、及び(7)で表される:

$$[0067] \quad V_A = V_{Ae} \times \exp(j\omega t), \quad (5)$$

$$V_B = V_{Be} \times \exp(j(\omega t - (\pi + \delta))), \quad (6)$$

$$V_2 = V_B = V_{Be} \times \exp(j(\omega t - (\pi + \delta))). \quad (7)$$

[0068] ここで、二次電圧 V_A と V_B とのそれぞれの実効値を V_{Ae} と V_{Be} とし、時間変数を t とする。

[0069] 第一の電極21の電位 V_1 と第二の電極22の電位 V_2 とが接地電位に対し反対称に維持されるための条件($V_1 = -V_2$)は以下の二つの条件に分けられる:第一に、両電位 V_1 と V_2 との振幅(従って、実効値)が等しい(次の式(8)参照)。ここで、両電位 V_1 と V_2 との実効値は例えば冷陰極管20のランプ電圧(実効値) V_L の半値 $V_L/2$ と等しく設定される。第二に、両電位 V_1 と V_2 との位相差が π [rad] = 180° に維持される(次の式(9)参照):

$$[0070] \quad |V_1| = |V_2| = V_L/2, \quad (8)$$

$$\arg(V_1) - \arg(V_2) = \pi. \quad (9)$$

[0071] 式(7)と(8)とから明らかな通り、第二の昇圧トランス5Bの二次電圧 V_B の実効値 V_{Be} は冷陰極管20のランプ電圧 V_L の半値 $V_L/2$ と等しく設定される。例えば、冷陰極管20のランプ電圧 V_L が1500[V]に設定されるとき、第二の昇圧トランス5Bの二次電圧 V_B の実効値 V_{Be} は750[V]に設定される。

更に、式(7)より第二の電極22の電位 V_2 の位相 $\arg(V_2)$ は $-(\pi + \delta)$ [rad]であるので、式(9)から第一の電極21の電位 V_1 の位相 $\arg(V_1)$ は $-\delta$ [rad]と等しい。

従って、条件(8)と(9)とが満たされるとき、第一の電極21の電位 V_1 と第二の電極22の電位 V_2 とはそれぞれ、次式(10)と(11)とで表される:

$$[0072] \quad V_1 = (V_L/2) \times \exp(j(\omega t - \delta)), \quad (10)$$

$$V_2 = -(V_L/2) \times \exp(j(\omega t - \delta)). \quad (11)$$

[0073] 式(10)と(11)とより、冷陰極管20の両端電圧 $V_F = V_1 - V_2$ の位相は $-\delta$ [rad]と等しい。

一方、冷陰極管20の両端電圧 $V_F = V_1 - V_2$ は冷陰極管20のインピーダンス R と管電流 I との積に等しい: $V_F = RI$ 。冷陰極管20のインピーダンス R のリアクタンスを無視

するとき、冷陰極管20の両端電圧VFと管電流Iとは同位相である。従って、管電流Iの位相は $-\delta$ [rad]と等しい。こうして、管電流Iはその実効値を I_e とするとき、次式(12)で表される:

$$[0074] \quad I = I_e \times \exp(j(\omega t - \delta)). \quad (12)$$

[0075] 式(1)に式(5)、(10)、及び(12)を代入するとき、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVB、及び、それらの間の位相差の逆位相 π [rad]= 180° からのずれ δ [rad]はそれぞれ、次式(13)、(14)、及び(15)に従い設定される:

$$[0076] \quad V_{Ae} = \{(1 - \omega^2 LC)^2 (V_L/2)^2 + (\omega L I_e)^2\}^{1/2}, \quad (13)$$

$$V_{Be} = V_L/2, \quad (14)$$

$$\delta = \tan^{-1}\{2 \omega L I_e / (1 - \omega^2 LC) V_L\}. \quad (15)$$

[0077] 図9は、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVB、冷陰極管20の第一の電極21の電位V1、及び、冷陰極管20の両端電圧VF= $V_1 - V_2 = V_1 - V_B$ 、それぞれの変化を示す波形図である。図9では、縦軸が接地電位に対する電位を示し、横軸が時間を示す。更に、太い実線が第一の昇圧トランス5Aの二次電圧VAを示し、太い破線が第二の昇圧トランス5Bの二次電圧VB(=第二の電極22の電位V2)を示し、細い実線が第一の電極21の電位V1を示し、細い破線が冷陰極管20の両端電圧VF= $V_1 - V_B$ を示す。

上記の式(13)に基づき、第一の昇圧トランス5Aの二次電圧VAの実効値が第二の昇圧トランス5Bの二次電圧VBの実効値(=ランプ電圧の半値 $V_L/2$)より低く設定される。更に、上記の式(15)に基づき、第二の昇圧トランス5Bの二次電圧VBの位相が $\pi + \delta$ [rad]= $180 + \delta$ [deg]だけ、第一の昇圧トランス5Aの二次電圧VAの位相から遅れる。

[0078] 例えば、バラストインダクタLBのインダクタンスLが450[mH]に、整合コンデンサCMと周辺の浮遊容量との合成容量Cが23[pF]に、冷陰極管20のランプ電圧VLが1500[V]に、及び管電流Iの実効値 I_e が5[mA]に、それぞれ設定されるとき、第一の昇圧トランス5Aの二次電圧VAの実効値 V_{Ae} は650[V]に設定され、かつ第二の昇圧トランス5Bの二次電圧VBの実効値 V_{Be} は750[V]に設定される。更に、二次電圧VAとVBとの間の位相差の逆位相 π [rad]= 180° からのずれ δ は1.47[rad]= 84° に設定される。す

なわち、遅延回路7による上記の遅延時間 T_d (図4参照)が $5.2[\mu \text{ sec}]$ に設定される。

- [0079] それらの設定により、第一の電極21の電位 V_1 と第二の電極22の電位 V_2 (=第二の昇圧トランス5Bの二次電圧 V_B)とが図9に示される通り、接地電位(=0)に対し反対称に維持され、均等に変動する。更に、冷陰極管20の両端電圧 $V_F = V_1 - V_2$ は第二の昇圧トランス5Bの二次電圧 V_B と逆位相で変化し、その実効値は冷陰極管20のランプ電圧 V_L と実質的に等しく維持される。

こうして、冷陰極管20それぞれでは、両端の電極電位 V_1 と V_2 とが接地電位に対し反対称に維持され、均等に変動する。従って、冷陰極管20それぞれについて、管壁各部と外部との間に流れる漏れ電流の分布が冷陰極管20の中央部に対し対称である。それ故、冷陰極管20それぞれの長さ方向での輝度の偏りが低減し、すなわちその一様性が向上する。

- [0080] 本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置では上記の通り、従来の装置での前提に反し、昇圧トランス5Aと5Bとの漏れ磁束が抑制される。その代わり、冷陰極管20それぞれにバラストインダクタLBと整合コンデンサCMとが一つずつ接続される。特にそれらのインピーダンスは、複数の冷陰極管20間での周辺の浮遊容量の差を相殺するように、別々に設定される。従って、複数の冷陰極管20間で管電流 I にばらつきが生じないので、輝度が一様にかつ安定に維持される。こうして、本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置は共通の低インピーダンス電源(第一のブロック)1で複数の冷陰極管20を一様に、かつ安定に点灯させる。更に、第一のブロック1と第二のブロック2との間の配線が長くても良く、かつ冷陰極管20ごとに大きく異なっても良いので、配線のレイアウトの柔軟性が高い。それ故、装置全体の小型化が容易に実現する。

- [0081] 本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置では更に、位相補正回路6が冷陰極管20の両端の電極電位 V_1 と V_2 との間の位相差を $\pi[\text{rad}] = 180^\circ$ と高精度に等しく維持する。それにより冷陰極管20のそれぞれでは、両端の電極電位 V_1 と V_2 とが接地電位に対し反対称に維持される。従って、冷陰極管20それぞれの全体が一様な輝度で発光する。

その上、昇圧トランスを上記の二つ5Aと5Bとに分けて利用することで、それぞれに

接続される回路素子の耐圧が一つの昇圧トランスの利用時より半減できる。特に、昇圧トランス自体の耐圧が半減する。従って、特に昇圧トランスの小型化が顕著に実現可能であるので、本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置はその小型化が容易に実現する。

[0082] 本発明の実施形態1による冷陰極管点灯装置では、冷陰極管20それぞれの動作状態の変動がバラストインダクタLBそれぞれにより吸収される。従って、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVBとの間の位相差は、複数の冷陰極管20間での動作状態のばらつきからは影響を受けにくい。それ故、その位相差は全ての冷陰極管20について実質的に一定量に維持されれば良い。位相補正回路6は遅延回路7により、上記の位相差を一定量 $180 + \delta$ [deg]と等しく容易に維持できる。

位相補正回路はその他に、CPU等の論理回路により、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVB、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]を、冷陰極管20等の実際の動作状態に応じて計算しても良い。又は、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVB、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]のテーブルを記憶し、そのテーブルから実際の動作状態に適した値を選択しても良い。

[0083] 《実施形態2》

本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置は、上記の実施形態1による装置と同様、液晶ディスプレイに搭載される。その液晶ディスプレイの構成は上記の実施形態1によるものと同様であるので、その構成については図1と図2、及び上記の実施形態1での説明を援用する。

[0084] 図10は、本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。その冷陰極管点灯装置は第二のブロック2の構成を除き、実施形態1による装置の構成要素(図3参照)と同様な構成要素を有する。従って、それら同様な構成要素に対し図3に示される符号と同じ符号を付し、それらの説明は実施形態1での説明を援用する。

[0085] 本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置では、第二のブロック2がバラストインダクタLBに代え、バラストコンデンサCBを含む。更に、上記の実施形態1による第二のブロック2とは異なり、整合コンデンサCM(図3参照)を含まない。

バラストコンデンサCBは容量が比較的小さい(数[pF]程度)。従って、バラストコンデンサCBは好ましくは、第二の基板50又は第三の基板60の層間容量として形成される。

バラストコンデンサCBを利用するときは更に、過電流保護コンデンサCP及び整合コンデンサCMがいずれも設置されなくても良い。バラストコンデンサCBは特に以下に示す通り、上記の実施形態1による整合コンデンサCMと同様な役割を果たす。

[0086] バラストコンデンサCBそれぞれの容量は冷陰極管20ごとに別々に設定される。その設定では特に、複数の冷陰極管20間での設置条件(例えば、配線の長さ/パターン、管壁とケース10との距離等)の相違が考慮される。

例えば、複数の冷陰極管20のうち、ケース10の側面に最も近いものでは、管壁とケース10の側面との間の浮遊容量SC(図2参照)が大きい。従って、その冷陰極管20に接続されるバラストコンデンサCBの容量は大きく設定される。

こうして、冷陰極管20と第二のブロック2とのそれぞれの組合せごとに、バラストコンデンサCBの容量が冷陰極管20周辺の浮遊容量と実質的に一致する。すなわち、バラストコンデンサCBのインピーダンスが冷陰極管20の周辺の浮遊容量の合成インピーダンスと整合する。

ここで、第一のブロック1は出力インピーダンスが低いので、上記のインピーダンス整合は容易に達成される。

更に好ましくは、バラストコンデンサCBのインピーダンスは、冷陰極管20それぞれの点灯時のインピーダンスと整合するように設定される。

[0087] 更に、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVBとが以下に示す通り、設定される。それにより、冷陰極管20それぞれでは、両端の電極電位の間接点が接地電位と高精度に等しく維持される。すなわち、両端の電極電位が接地電位に対し反対称に維持される。

[0088] 昇圧トランス5Aと5Bとはいずれも漏れ磁束が少ないので、出力インピーダンスの低い交流電圧源とみなせる。更に上記の通り、複数の冷陰極管20のそれぞれで、バラストコンデンサCBと周辺の浮遊容量との間でインピーダンスが整合する。すなわち、バラストコンデンサCBと周辺の浮遊容量とは容量が等しい。従って、いずれか一つの

冷陰極管20について適切な設定値を決定すれば良い。

バラストコンデンサCBと冷陰極管20周辺の浮遊容量(冷陰極管20に並列する容量とみなす)とのそれぞれの容量をCとし、管電流をIとし、二次電圧VAとVBとの共通の周波数を ω とする。そのとき、冷陰極管20の第一の電極21の電位V1は次式(16)で表される:

$$[0089] \quad V1 = (1/2) \times (VA - I/j\omega C). \quad (16)$$

[0090] 一方、冷陰極管20の第二の電極22の電位V2は、第二の昇圧トランス5Bの二次電圧VBと等しい。上記の実施形態1と同様、第二の昇圧トランス5Bの二次電圧VBの位相は第一の昇圧トランス5Aの二次電圧VAの位相より $\pi + \delta$ [rad] = $180 + \delta$ [deg]だけ遅れる。それ故、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVB、及び、第二の電極22の電位V2はそれぞれ、上記の式(5)、(6)、及び(7)で表される。

更に、第一の電極21の電位V1と第二の電極22の電位V2とが接地電位に対し反対称に維持されるための条件は上記の実施形態1での二つの条件と等しい(式(8)、(9)参照)。

従って、式(16)に基づき、上記の実施形態1での説明と同様に、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVB、及びそれら間の位相差の逆位相 π [rad] = 180° からのずれ δ [rad]それぞれの設定値が、次式(17)、(18)、及び(19)で表される:

$$[0091] \quad VAe = \{VL^2 + (Ie/\omega C)^2\}^{1/2}, \quad (17)$$

$$VBe = VL/2, \quad (18)$$

$$\delta = -\tan^{-1}\{Ie/(\omega C \times VL)\}. \quad (19)$$

[0092] ここで、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの実効値をVAeとVBeとし、管電流Iの実効値をIeとし、冷陰極管20のランプ電圧(実効値)をVLとする。

この設定により、冷陰極管20それぞれでは、両端の電極電位V1とV2とが接地電位に対し反対称に維持され、均等に変動する。従って、冷陰極管20それぞれについて、管壁各部と外部との間に流れる漏れ電流の分布が冷陰極管20の中央部に対し対称である。それ故、冷陰極管20それぞれの長さ方向での輝度の偏りが低減し、すなわちその一様性が向上する。

[0093] 本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置では上記の実施形態1による装置と

同様、従来の装置での前提に反し昇圧トランス5Aと5Bとの漏れ磁束が抑制される。その代わり、冷陰極管20それぞれにバラストコンデンサCBが一つずつ接続される。特に、それらのインピーダンスは、複数の冷陰極管20間での周辺の浮遊容量の差を相殺するように、別々に設定される。従って、複数の冷陰極管20間で管電流Iにばらつきが生じないので、輝度が一様に維持される。こうして、本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置は共通の低インピーダンス電源(第一のブロック)1で複数の冷陰極管20を一様に点灯させる。更に、第一のブロック1と第二のブロック2との間の配線が長くても良く、かつ冷陰極管20ごとに大きく異なっても良いので、配線のレイアウトの柔軟性が高い。それ故、装置全体の小型化が容易に実現する。

[0094] 本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置では上記の実施形態1による装置と同様、昇圧トランスを上記の二つ5Aと5Bとに分けて利用することで、それぞれに接続される回路素子の耐圧が一つの昇圧トランスの利用時より半減できる。特に、昇圧トランス自体の耐圧が半減する。従って、特に昇圧トランスの小型化が顕著に実現可能であるので、本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置はその小型化が容易に実現する。

[0095] 更に、バラストコンデンサCBはインダクタよりサイズが著しく小さい。特に、バラストコンデンサCBは第二の基板50等の層間容量として形成され得るので、基板程度の厚みしか持たない。バラストコンデンサCBの利用は更に、上記の実施形態1とは異なり、過電流保護コンデンサCB及び整合コンデンサCMの省略を可能にする。

こうして、本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置では特に、第二のブロック2の小型化が容易に実現する。従って、特に液晶ディスプレイの薄型化に有利である。

[0096] 本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置では上記の実施形態1による装置と同様、位相補正回路6が冷陰極管20の両端の電極電位V1とV2との間の位相差を π [rad]=180° と高精度に等しく維持する。それにより、冷陰極管20のそれぞれでは、両端の電極電位V1とV2とが接地電位に対し反対称に維持される。従って、冷陰極管20それぞれの全体が一様な輝度で発光する。

[0097] 本発明の実施形態2による冷陰極管点灯装置では、冷陰極管20それぞれの動作状態の変動がバラストコンデンサCBそれぞれにより吸収される。従って、昇圧トランス

5Aと5Bとの二次電圧VAとVBとの間の位相差は、複数の冷陰極管20間での動作状態のばらつきからは影響を受けにくい。それ故、その位相差は全ての冷陰極管20について実質的に一定量に維持されれば良い。位相補正回路6は遅延回路7により、上記の位相差を一定量 $180 + \delta$ [deg]と等しく容易に維持できる。

位相補正回路はその他に、CPU等の論理回路により、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVB、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]を、冷陰極管20等の実際の動作状態に応じて計算しても良い。又は、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVB、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]のテーブルを記憶し、そのテーブルから実際の動作状態に適した値を選択しても良い。

[0098] 《実施形態3》

本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置は、上記の実施形態1による装置と同様、液晶ディスプレイに搭載される。その液晶ディスプレイの構成は上記の実施形態1によるものと同様であるので、その構成については図1と図2、及び上記の実施形態1での説明を援用する。

[0099] 図11は、本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。その冷陰極管点灯装置は第一のブロック1の構成を除き、実施形態1による装置の構成要素(図3参照)と同様な構成要素を有する。従って、それら同様な構成要素に対し図3に示される符号と同じ符号を付し、それらの説明は実施形態1での説明を援用する。

[0100] 第一のブロック1は、一対の出力回路9Aと9B、及び位相補正回路6を有する。

一対の出力回路9Aと9Bとは互いに相似な構成を持ち、ハイサイドパワートランジスタとローサイドパワートランジスタとの直列接続Q3AとQ4A、及びQ3BとQ4B、並びに、インバータInAとInBを含む。

直流電源DCの正極はハイサイドパワートランジスタQ3AとQ3Bとのそれぞれの一端に接続され、負極は接地される。ハイサイドパワートランジスタQ3AとQ3Bとのそれぞれの他端はローサイドパワートランジスタQ4AとQ4Bとのそれぞれの一端に接続され、ローサイドパワートランジスタQ4AとQ4Bとのそれぞれの他端は接地される。ここで、ハイサイドパワートランジスタQ3AとQ3B、及びローサイドパワートランジスタQ4AとQ4B

は好ましくはMOSFETである。その他に、IGBT又はバイポーラトランジスタであっても良い。

- [0101] 位相補正回路6は、第一の出力回路9Aについては第一のパルス信号P1を、ハイサイドパワートランジスタQ3Aの制御端子には直接送出し、ローサイドパワートランジスタQ4Aの制御端子にはインバータInAを通して送出する。

位相補正回路6は、第二の出力回路9Bについては第二のパルス信号P2を、ハイサイドパワートランジスタQ3Bの制御端子には直接送出し、ローサイドパワートランジスタQ4Bの制御端子にはインバータInBを通して送出する。

- [0102] 第一の出力回路9Aでは、二つのパワートランジスタQ3AとQ4Aとの接続点JAは第二のブロック2のそれぞれを通して、冷陰極管20のそれぞれの一端の電極に接続される。

第二の出力回路9Bでは、二つのパワートランジスタQ3BとQ4Bとの接続点JBは接続端子3を通して、冷陰極管20のそれぞれ他端の電極に接続される。

- [0103] 直流電源DCは出力電圧Viを一定値、好ましくは冷陰極管20のランプ電圧の半値(例えば750[V])に維持する。位相補正回路6は一定周波数(例えば45[kHz])のパルス信号P1とP2とをそれぞれ、二つの出力回路9Aと9Bとに対し送出する。

第一の出力回路9Aでは、インバータInAがローサイドパワートランジスタQ4Aの制御端子に入力される第一のパルス信号P1の極性を、ハイサイドパワートランジスタQ3Aの制御端子に入力される第一のパルス信号P1の極性とは逆にする。

第二の出力回路9Bでは、インバータInBがハイサイドパワートランジスタQ3Bの制御端子に入力される第二のパルス信号P2の極性を、ローサイドパワートランジスタQ4Bの制御端子に入力される第二のパルス信号P2の極性とは逆にする。

従って、出力回路9Aと9Bとのそれぞれで、ハイサイドパワートランジスタとローサイドパワートランジスタとが、パルス信号P1とP2との周波数(例えば45[kHz])と同じ周波数で交互にオンオフする。それにより、それぞれの接続点JAとJBとの電位VAとVBとが直流電源DCの出力電圧Viと接地電位(≈ 0)とのいずれかの値を交互に取る。

こうして、第一のブロック1は直流電源DCの出力電圧Viを高周波数(例えば45[kHz])の交流電圧に変換する。

- [0104] 上記の実施形態1と同様、第二の出力回路9Bの出力電圧VBの実効値が冷陰極管20のランプ電圧の半値 $V_L/2$ と等しく設定され、第一の出力回路9Aの出力電圧VAの実効値が冷陰極管20のランプ電圧の半値 $V_L/2$ より低く設定される。更に、パルス信号P1とP2との位相差の設定により、第二の出力回路9Bの出力電圧VBの位相が $180 + \delta$ [deg]だけ、第一の出力回路9Aの出力電圧VAの位相から遅れる。それにより、冷陰極管20それぞれでは、両端の電極電位が接地電位に対し反対称に維持され、均等に変動する。従って、冷陰極管20それぞれについて、管壁各部と外部との間に流れる漏れ電流の分布が冷陰極管の20中央部に対し対称である。それ故、冷陰極管20それぞれの長さ方向での輝度の偏りが低減し、すなわちその一様性が向上する。
- [0105] 本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置では上記の通り、第一のブロック1の出力段がパワートランジスタで構成されるので、出力インピーダンスが低い。すなわち、上記の実施形態1による装置と同様、第一のブロック1が一对の低インピーダンス電源として機能する。従って、実施形態1での設定と同様に、冷陰極管20ごとにバラストインダクタLBと整合コンデンサCMとのインピーダンスを設定することにより、複数の冷陰極管20間で管電流Iにばらつきが生じない。それ故、複数の冷陰極管20間で輝度が一様にかつ安定に維持される。こうして、本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置は共通の低インピーダンス電源(第一のブロック)1で複数の冷陰極管20を一様にかつ安定に点灯させる。更に、第一のブロック1と第二のブロック2との間の配線が長くても良く、かつ冷陰極管20ごとに大きく異なっても良いので、配線のレイアウトの柔軟性が高い。それ故、装置全体の小型化が容易に実現する。
- [0106] 本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置では、整合コンデンサCMのインピーダンスが冷陰極管20間での浮遊容量の差を相殺するように別々に設定される。その他に、整合コンデンサCMのインピーダンスに代え、又はそれと共に、バラストインダクタLBそれぞれのインピーダンスが、複数の冷陰極管20間での浮遊容量の差を相殺するように別々に設定されても良い。
- [0107] 本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置では更に、位相補正回路6が冷陰極管20の両端の電極電位V1とV2との間の位相差を 180° と高精度に等しく維持する。

それにより、冷陰極管20のそれぞれでは、両端の電極電位V1とV2とが接地電位に対し反対称に維持される。従って、冷陰極管20それぞれの全体が一様な輝度で発光する。

その上、出力回路を上記の二つ9Aと9Bとに分けて利用することで、それぞれに接続される回路素子の耐圧が一つの出力回路の利用時より半減できる。特に、パワートランジスタの耐圧が半減する。従って、本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置はその小型化が容易に実現する。

- [0108] 本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置では、冷陰極管20それぞれの動作状態の変動がバラストインダクタLBそれぞれにより吸収される。従って、出力回路9Aと9Bとの出力電圧VAとVBとの間の位相差は、複数の冷陰極管20間での動作状態のばらつきからは影響を受けにくい。それ故、その位相差は全ての冷陰極管20について実質的に一定量に維持されれば良い。位相補正回路6は遅延回路7により、上記の位相差を一定量 $180 + \delta$ [deg]と等しく容易に維持できる。

位相補正回路はその他に、CPU等の論理回路により、出力回路9Aと9Bとの出力電圧VAとVB、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]を、冷陰極管20等の実際の動作状態に応じて計算しても良い。又は、出力回路9Aと9Bとの出力電圧VAとVB、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]のテーブルを記憶し、そのテーブルから実際の動作状態に適した値を選択しても良い。

- [0109] 本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置では上記の実施形態2による装置と同様、

第二のブロック2がバラストコンデンサCBを含んでも良い。

バラストコンデンサCBはバラストインダクタLBよりサイズが著しく小さい。特に、バラストコンデンサCBは第二の基板50等の層間容量として形成され得るので、基板程度の厚みしか持たない。バラストコンデンサCBの利用は更に、過電流保護コンデンサCB及び整合コンデンサCMの省略を可能にする。

こうして、本発明の実施形態3による冷陰極管点灯装置では特に、第二のブロック2の小型化が容易に実現する。従って、特に液晶ディスプレイの薄型化に有利である。

- [0110] 《実施形態4》

本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置は、上記の実施形態1による装置と同様、液晶ディスプレイに搭載される。その液晶ディスプレイの構成は上記の実施形態1によるものと同様であるので、その構成については図1と図2、及び上記の実施形態1での説明を援用する。

[0111] 図12は、本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。その冷陰極管点灯装置は、電流検出器6Aとセレクトア8Dとを除き、実施形態1による装置の構成要素(図3参照)と同様な構成要素を有する。従って、それら同様な構成要素に対し図3に示される符号と同じ符号を付し、それらの説明は実施形態1での説明を援用する。

[0112] 電流検出器6Aは、例えば第二の昇圧トランス5Bの二次巻線52Bと接地端子との間に接続される。電流検出器6Aはその他に、第二の昇圧トランス5Bの二次巻線52Bと接続端子3との間、第一の昇圧トランス5Aの二次巻線52Bと接地端子との間、又は、第一の昇圧トランス5Aの二次巻線52Aと第二のブロック2との間のいずれに接続されても良い。

電流検出器6Aは冷陰極管20の管電流を検出する。検出された管電流値が所定の閾値より小さいとき、電流検出器6Aは、位相補正回路6内にあるセレクトア8Dに対し停止信号Wを送出する。一方、検出された管電流値が所定の閾値より大きいとき、電流検出器6Aはセレクトア8Dに対する停止信号Wの送出を停止する。

[0113] セレクトア8Dは第二のフリップフロップ8Cと第二の高周波発振回路4Bとの間に挿入され、第一のパルス信号P1と第二のパルス信号P2とを入力する。セレクトア8Dは更に、電流検出器6Aからの停止信号Wに従い、第一のパルス信号P1と第二のパルス信号P2とを次のように選択し、選択されるパルス信号を第二の高周波発振回路4Bへ送出する。

セレクトア8Dは停止信号Wの受信時、第一のパルス信号P1を選択する。それにより、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差は実質的に 180° と等しく維持される。

セレクトア8Dは停止信号Wの非受信時、第二のパルス信号P2を選択する。それにより、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差が 180° から δ

[deg]だけずれる。

- [0114] 冷陰極管20の消灯時、冷陰極管20の両端の電極間は開放されるので、第二のブロック2による出力の位相ずれが実質上生じない。一方、冷陰極管20の点灯開始時、管電流が小さい間は、電流検出器6Aが停止信号Wを送出する。位相補正回路6はその停止信号Wに従い、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差を実質的に 180° と等しく維持する。それにより冷陰極管20それぞれの両端の電極電位が互いに逆位相で変化する。

こうして、冷陰極管20の点灯開始時、全ての冷陰極管20で両端電圧が速やかにかつ確実に放電開始電圧に達する。すなわち、全ての冷陰極管20が速やかにかつ確実に点灯する。

- [0115] 冷陰極管20の点灯開始に伴い、管電流が増大する。そのとき、電流検出器6Aが停止信号Wの送出を停止するので、位相補正回路6が、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差を $180 + \delta$ [deg]と等しく維持する。その位相差が上記の実施形態1と同様、第二のブロック2による印加電圧の位相ずれを相殺するので、冷陰極管20それぞれの両端の電極電位間の位相差が 180° と高精度に等しく維持される。

こうして、冷陰極管20のそれぞれで両端の電極電位が接地電位に対して反対称に維持され、均等に変動する。従って、冷陰極管20それぞれについて、管壁各部と外部との間に流れる漏れ電流の分布が冷陰極管20の中央部に対し対称である。それ故、冷陰極管20それぞれの長さ方向での輝度の偏りが低減する。

- [0116] 本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置では上記の実施形態1による装置と同様、第一のブロック1が一对の低インピーダンス電源として機能する。従って、実施形態1での設定と同様、冷陰極管20ごとにバラストインダクタLBと整合コンデンサCMとのインピーダンスを設定することにより、複数の冷陰極管20間で管電流Iにばらつきが生じない。それ故、複数の冷陰極管20間で輝度が一樣にかつ安定に維持される。こうして、本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置は共通の低インピーダンス電源(第一のブロック1)で複数の冷陰極管20を一樣にかつ安定に点灯させる。更に、第一のブロック1と第二のブロック2との間の配線が長くても良く、かつ冷陰極管20ごと

に大きく異なっても良いので、配線のレイアウトの柔軟性が高い。それ故、装置全体の小型化が容易に実現する。

[0117] 本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置では、整合コンデンサCMのインピーダンスが冷陰極管20間での浮遊容量の差を相殺するように別々に設定される。その他に、整合コンデンサCMのインピーダンスに代え、又はそれと共に、バラストインダクタLBそれぞれのインピーダンスが、複数の冷陰極管20間での浮遊容量の差を相殺するように別々に設定されても良い。

[0118] 本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置では更に、位相補正回路6が電流検出器6Aにより管電流を検出し、その検出値に基づき、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差を調節する。すなわち、管電流が所定の閾値より小さいときは上記の位相差を 180° と等しく維持し、管電流が所定の閾値より大きいときは上記の位相差を $180 + \delta$ [deg]と等しく維持する。それにより、管電流の大きさに関わらず、冷陰極管20それぞれで両端の電極電位V1とV2との間の位相差が 180° と高精度に等しく維持される。従って、冷陰極管20の点灯開始時では全ての冷陰極管20が速やかに、かつ確実に点灯する。一方、冷陰極管20の点灯時では両端の電極電位V1とV2とが接地電位に対し反対称に維持される。従って、冷陰極管20それぞれの長さ方向での輝度の偏りが低減する。

[0119] 電流検出器6Aの検出値に基づく上記の位相差の調節はPWM調光制御でも有効である。

PWM調光制御では冷陰極管がPWMのキャリア周波数(例えば200[Hz])で明滅を繰り返す。すなわち、冷陰極管は例えばPWMのオン期間で点灯し、オフ期間で消灯する。PWMのオンデューティの調節により、冷陰極管の明るさが制御される。

PWMのオン期間の開始時、管電流が小さい間は、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVBとの位相差が 180° と等しく維持される。それにより、PWMのオン期間全体を通して、冷陰極管20それぞれで両端の電極電位V1とV2との間の位相差が 180° と高精度に等しく維持される。従って、PWMのオン期間では全ての冷陰極管20が速やかにかつ確実に点灯する。それ故、PWM調光制御の信頼性が高い。

[0120] 位相補正回路6は電流検出器6Aの検出値に基づく上記の位相差の調整に代え、

冷陰極管20の点灯開始時に一定時間(例えば、パルス信号P1とP2との周期の定数倍)、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差を 180° と等しく維持しても良い。例えば、パルス信号の周波数が45[kHz]であり、かつ上記の一定時間がその10倍に設定されるとき、上記の一定時間は220[μ sec]である。それにより、上記と同様、全ての冷陰極管20が速やかに、かつ確実に点灯する。

[0121] 本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置ではその上、昇圧トランスを上記の二つ5Aと5Bとに分けて利用することで、それぞれに接続される回路素子の耐圧が一つの昇圧トランスの利用時より半減できる。特に、昇圧トランス自体の耐圧が半減する。従って、特に昇圧トランスの小型化が顕著に実現可能であるので、本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置はその小型化が容易に実現する。

[0122] 本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置では、冷陰極管20それぞれの動作状態の変動がバラストインダクタLBそれぞれにより吸収される。従って、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差は、複数の冷陰極管20間での動作状態のばらつきからは影響を受けにくい。それ故、冷陰極管20の点灯時では、上記の位相差は全ての冷陰極管20について実質的に一定量に維持されれば良い。位相補正回路6は遅延回路7により、上記の位相差を一定量 $180 + \delta$ [deg]と等しく容易に維持できる。

位相補正回路はその他に、CPU等の論理回路により、出力回路9Aと9Bとの出力電圧VAとVB、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]を、冷陰極管20等の実際の動作状態に応じて計算しても良い。又は、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]のテーブルを記憶し、そのテーブルから実際の動作状態に適した値を選択しても良い。

[0123] 本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置では上記の実施形態2による装置と同様、

第二のブロック2がバラストコンデンサCBを含んでも良い。

バラストコンデンサCBはバラストインダクタLBよりサイズが著しく小さい。特に、バラストコンデンサCBは第二の基板50等の層間容量として形成され得るので、基板程度の厚みしか持たない。バラストコンデンサCBの利用は更に、過電流保護コンデンサ

CB及び整合コンデンサCMの省略を可能にする。

こうして、本発明の実施形態4による冷陰極管点灯装置では特に、第二のブロック2の小型化が容易に実現する。従って、特に液晶ディスプレイの薄型化に有利である。

[0124] 《実施形態5》

本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置は、上記の実施形態1による装置と同様、液晶ディスプレイに搭載される。その液晶ディスプレイの構成は上記の実施形態1によるものと同様であるので、その構成については図1と図2、及び上記の実施形態1での説明を援用する。

[0125] 図13は、本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置の構成を示す回路図である。その冷陰極管点灯装置は電圧検出器6Bと整合コンデンサCMとを除き、実施形態4による装置の構成要素(図12参照)と同様な構成要素を有する。従って、それら同様な構成要素に対し図12に示される符号と同じ符号を付し、それらの説明は実施形態4での説明を援用する。

[0126] 整合コンデンサCMは二つの整合コンデンサCM1とCM2との直列接続である。

電圧検出器6Bは第二のブロック2のそれぞれについて、二つの整合コンデンサCM1とCM2との間に接続され、その接続点の電位を検出する。第二のブロック2のいずれかで検出された電位が所定の範囲内にはないとき、電圧検出器6Bは、位相補正回路6内のセクタ8Dに対し停止信号Wを送出する。一方、第二のブロック2の全てで検出された電位が所定の範囲内にあるとき、電圧検出器6Bはセクタ8Dに対する停止信号Wの送出を停止する。

[0127] 冷陰極管20の消灯時、両端の電極間が開放されるので、第二のブロック2による出力の位相ずれが実質上生じない。一方、冷陰極管20の点灯開始時、各電極電位の振幅が冷陰極管20の点灯時の振幅より大きい間は、電圧検出器6Bが停止信号Wを送出する。位相補正回路6はその停止信号Wに従い、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差を実質的に 180° と等しく維持する。それにより、冷陰極管20それぞれの両端の電極電位が互いに逆位相で変化する。

こうして、冷陰極管20の点灯開始時、全ての冷陰極管20で両端電圧が速やかにかつ確実に放電開始電圧に達する。すなわち、全ての冷陰極管20が速やかにかつ確

実に点灯する。

- [0128] 冷陰極管20の点灯開始に伴い、管電流が増大する。そのとき、冷陰極管20の電極電位の振幅が所定の範囲内まで低減する。従って、電圧検出器6Bが停止信号Wの送出を停止するので、位相補正回路6が上記の実施形態4と同様、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差を $180 + \delta$ [deg]と等しく維持する。その位相差が上記の実施形態1と同様、第二のブロック2による印加電圧の位相ずれを相殺するので、冷陰極管20それぞれの両端の電極電位間の位相差が 180° と高精度に等しく維持される。

こうして、冷陰極管20のそれぞれで両端の電極電位が接地電位に対して反対称に維持され、均等に変動する。従って、冷陰極管20それぞれについて、管壁各部と外部との間に流れる漏れ電流の分布が冷陰極管20の中央部に対し対称である。それ故、冷陰極管20それぞれの長さ方向での輝度の偏りが低減する。

- [0129] 本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置では上記の実施形態1による装置と同様、第一のブロック1が一对の低インピーダンス電源として機能する。従って、実施形態1での設定と同様、冷陰極管20ごとにバラストインダクタLBと整合コンデンサCMとのインピーダンスを設定することにより、複数の冷陰極管20間で管電流Iにばらつきが生じない。それ故、複数の冷陰極管20間で輝度が一樣にかつ安定に維持される。こうして、本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置は共通の低インピーダンス電源(第一のブロック)1で複数の冷陰極管20を一樣にかつ安定に点灯させる。更に、第一のブロック1と第二のブロック2との間の配線が長くても良く、かつ冷陰極管20ごとに大きく異なっても良いので、配線のレイアウトの柔軟性が高い。それ故、装置全体の小型化が容易に実現する。

- [0130] 本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置では、整合コンデンサCMのインピーダンスが冷陰極管20間での浮遊容量の差を相殺するように別々に設定される。その他に、整合コンデンサCMのインピーダンスに代え、又はそれと共に、バラストインダクタLBそれぞれのインピーダンスが、複数の冷陰極管20間での浮遊容量の差を相殺するように別々に設定されても良い。

- [0131] 本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置では更に、位相補正回路6が電圧検

出器6Bにより冷陰極管20の電極電位を検出し、その検出値に基づき、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差を調節する。すなわち、電極電位が所定の範囲内にはないときは上記の位相差を 180° と等しく維持し、電極電位が所定の範囲内にあるときは上記の位相差を $180 + \delta$ [deg]と等しく維持する。それにより、管電流の大きさに関わらず、冷陰極管20それぞれで両端の電極電位V1とV2との間の位相差が 180° と高精度に等しく維持される。従って、冷陰極管20の点灯開始時には全ての冷陰極管20が速やかに、かつ確実に点灯する。一方、冷陰極管20の点灯時には両端の電極電位V1とV2とが接地電位に対し反対称に維持される。従って、冷陰極管20それぞれの長さ方向での輝度の偏りが低減する。

- [0132] 電圧検出器6Bの検出値に基づく上記の位相差の調節はPWM調光制御でも有効である。

PWMのオン期間の開始時、冷陰極管20の電極電位が所定の範囲を超えて大きい間は、昇圧トランス5Aと5Bとの二次電圧VAとVBとの位相差が 180° と等しく維持される。それにより、PWMのオン期間全体を通して、冷陰極管20それぞれで両端の電極電位V1とV2との間の位相差が 180° と高精度に等しく維持される。従って、PWMのオン期間では全ての冷陰極管20が速やかにかつ確実に点灯する。それ故、PWM調光制御の信頼性が高い。

- [0133] 位相補正回路6は電圧検出器6Bの検出値に基づく上記の位相差の調整に代え、冷陰極管20の点灯開始時に一定時間(例えば、パルス信号P1とP2との周期の定数倍)、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差を 180° と等しく維持しても良い。例えば、パルス信号の周波数が45[kHz]であり、かつ上記の一定時間がその10倍に設定されるとき、上記の一定時間は220[μ sec]である。それにより、上記と同様、全ての冷陰極管20が速やかに、かつ確実に点灯する。

- [0134] 本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置ではその上、昇圧トランスを上記の二つ5Aと5Bとに分けて利用することで、それぞれに接続される回路素子の耐圧が一つの昇圧トランスの利用時より半減できる。特に、昇圧トランス自体の耐圧が半減する。従って、特に昇圧トランスの小型化が顕著に実現可能であるので、本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置はその小型化が容易に実現する。

[0135] 本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置では、冷陰極管20それぞれの動作状態の変動がバラストインダクタLBそれぞれにより吸収される。従って、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差は、複数の冷陰極管20間での動作状態のばらつきからは影響を受けにくい。それ故、冷陰極管20の点灯時では、上記の位相差は全ての冷陰極管20について実質的に一定量に維持されれば良い。位相補正回路6は遅延回路7により、上記の位相差を一定量 $180 + \delta$ [deg]と等しく容易に維持できる。

位相補正回路はその他に、CPU等の論理回路により、出力回路9Aと9Bとの出力電圧VAとVB、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]を、冷陰極管20等の実際の動作状態に応じて計算しても良い。又は、昇圧トランス5Aと5Bとのそれぞれの二次電圧VAとVBとの位相差、及びそれらの位相差 $180 + \delta$ [deg]のテーブルを記憶し、そのテーブルから実際の動作状態に適した値を選択しても良い。

[0136] 本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置では上記の実施形態2による装置と同様、

第二のブロック2がバラストコンデンサCBを含んでも良い。

バラストコンデンサCBはバラストインダクタLBよりサイズが著しく小さい。特に、バラストコンデンサCBは第二の基板50等の層間容量として形成され得るので、基板程度の厚みしか持たない。バラストコンデンサCBの利用は更に、過電流保護コンデンサCB及び整合コンデンサCMの省略を可能にする。

こうして、本発明の実施形態5による冷陰極管点灯装置では特に、第二のブロック2の小型化が容易に実現する。従って、特に液晶ディスプレイの薄型化に有利である。

産業上の利用可能性

[0137] 本発明による冷陰極管点灯装置は例えば、液晶ディスプレイにバックライトの駆動装置として搭載され、上記の通り、低インピーダンス電源を採用し、冷陰極管ごとにバラストを設定し、かつ位相補正回路により電源の出力間の位相差を制御する。このように本発明は明らかに、産業上利用可能である。

請求の範囲

- [1] 複数の冷陰極管それぞれの一端の電極に少なくとも一つずつ接続される複数のバラスト;
- 前記バラストを通して前記冷陰極管それぞれの一端の電極に接続され、前記複数の冷陰極管の合成インピーダンスより低い出力インピーダンスを持つ第一の低インピーダンス電源;
- 前記冷陰極管それぞれの他端の電極に接続され、前記複数の冷陰極管の合成インピーダンスより低い出力インピーダンスを持つ第二の低インピーダンス電源;及び、
- 前記第一の低インピーダンス電源の出力と前記第二の低インピーダンス電源の出力との間の位相差を調節し、前記冷陰極管の両端の電極電位を互いに逆位相で変化させる位相補正回路;
- を有する冷陰極管点灯装置。
- [2] 前記第一の低インピーダンス電源、前記第二の低インピーダンス電源、及び前記位相補正回路が第一の基板に実装され;
- 前記バラストが第二の基板に実装される;
- 請求項1記載の冷陰極管点灯装置。
- [3] 前記第二の基板に前記冷陰極管の一端が固定される、請求項2記載の冷陰極管点灯装置。
- [4] 前記第一の低インピーダンス電源に対し出力タイミングを指示する第一のパルス信号と、
- 前記第二の低インピーダンス電源に対し出力タイミングを指示する第二のパルス信号と、
- の一方を他方から一定量だけ遅延させる遅延回路、
- を前記位相補正回路が有する、請求項1記載の冷陰極管点灯装置。
- [5] 前記冷陰極管を流れる電流、又は前記冷陰極管の一端の電極電位を検出する検出器、を前記冷陰極管点灯装置が有し;
- 前記位相補正回路が前記検出器による検出値に基づき前記位相差を変化させる;
- 請求項1記載の冷陰極管点灯装置。

- [6] 前記バラストに接続され、前記複数の冷陰極管の合成インピーダンスより低い出力インピーダンスを持つトランス、を前記第一の低インピーダンス電源と前記第二の低インピーダンス電源とがそれぞれ有する、請求項1記載の冷陰極管点灯装置。
- [7] 前記トランスが、コアと、そのコアに巻かれる一次巻線と、その一次巻線の内側若しくは外側又はその両方に巻かれる二次巻線と、を含む、請求項6記載の冷陰極管点灯装置。
- [8] 前記二次巻線が分割巻き又はハネカム巻きの構成を有する、請求項7記載の冷陰極管点灯装置。
- [9] 前記第一の低インピーダンス電源と前記第二の低インピーダンス電源とがそれぞれ、前記バラストに接続されるパワートランジスタ、を有する、請求項1記載の冷陰極管点灯装置。
- [10] 前記バラストがインダクタを含む、請求項1記載の冷陰極管点灯装置。
- [11] 前記インダクタが、分割巻き又はハネカム巻きのコイル、を有する、請求項10記載の冷陰極管点灯装置。
- [12] 前記インダクタが可飽和リアクトルを含む、請求項11記載の冷陰極管点灯装置。
- [13] 前記バラストがコンデンサを含む、請求項1記載の冷陰極管点灯装置。
- [14] 前記コンデンサが基板の層間容量である、請求項13記載の冷陰極管点灯装置。
- [15] 前記バラストに接続される前記冷陰極管それぞれの一端の電極と接地電位との間に少なくとも一つずつ接続される整合コンデンサ、を有する、請求項1記載の冷陰極管点灯装置。
- [16] 前記整合コンデンサが基板の層間容量である、請求項15記載の冷陰極管点灯装置。
- [17] 前記バラストのインピーダンスと前記整合コンデンサのインピーダンスとが整合する、請求項15記載の冷陰極管点灯装置。
- [18] 前記バラストのインピーダンス、前記整合コンデンサと前記冷陰極管周辺の浮遊容量との合成インピーダンス、及び前記冷陰極管の点灯時のインピーダンスが整合する、請求項15記載の冷陰極管点灯装置。
- [19] 複数の冷陰極管；

前記冷陰極管の前側に設置され、前記冷陰極管の発する光を所定のパターンで遮る液晶パネル;並びに、

前記冷陰極管それぞれの一端の電極に少なくとも一つずつ接続される複数のバラスト;

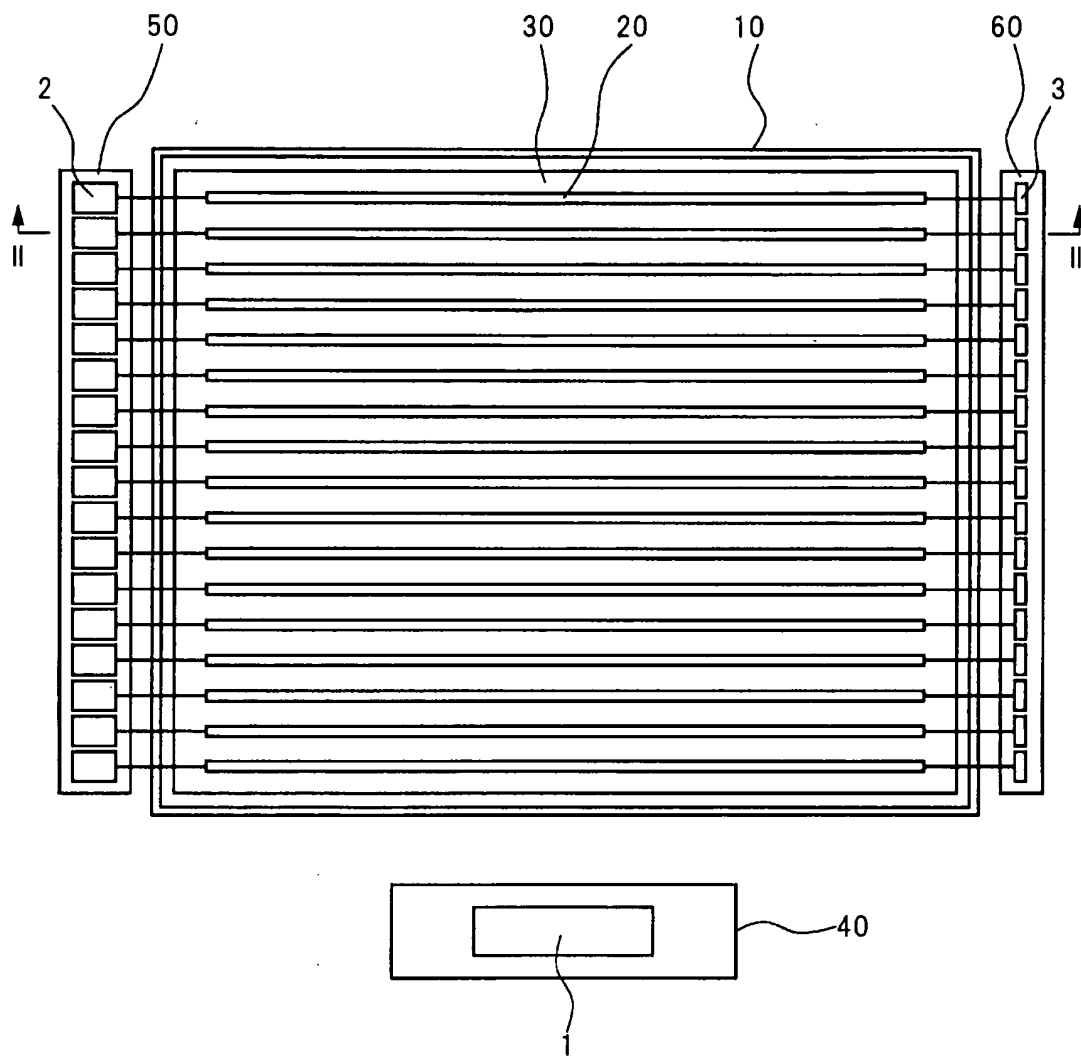
前記バラストを通して前記冷陰極管それぞれの一端の電極に接続され、前記複数の冷陰極管の合成インピーダンスより低い出力インピーダンスを持つ第一の低インピーダンス電源;

前記冷陰極管それぞれの他端の電極に接続され、前記複数の冷陰極管の合成インピーダンスより低い出力インピーダンスを持つ第二の低インピーダンス電源;及び、

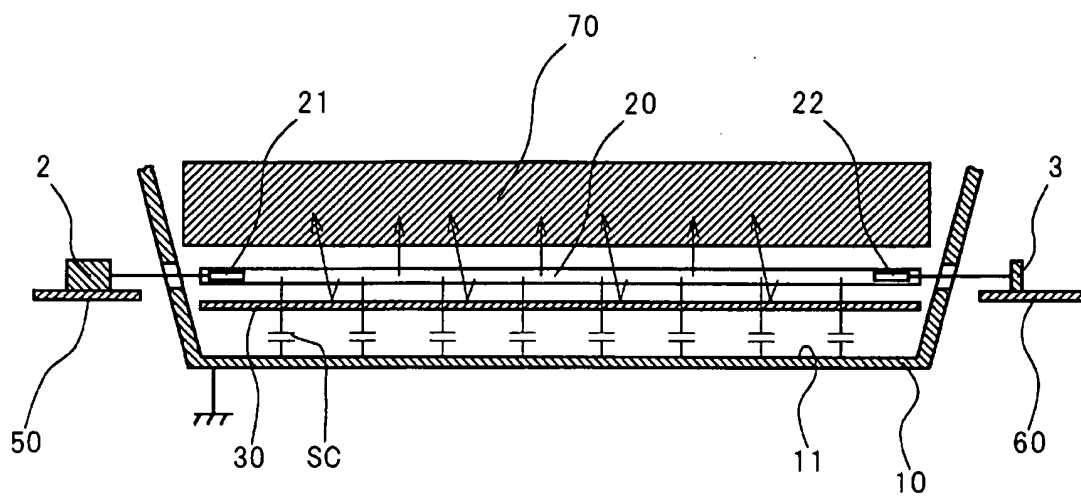
前記第一の低インピーダンス電源の出力と前記第二の低インピーダンス電源の出力との間の位相差を調節し、前記冷陰極管の両端の電極電位を互いに逆位相で変化させる位相補正回路;

を有する冷陰極管点灯装置;
を具備する液晶ディスプレイ。

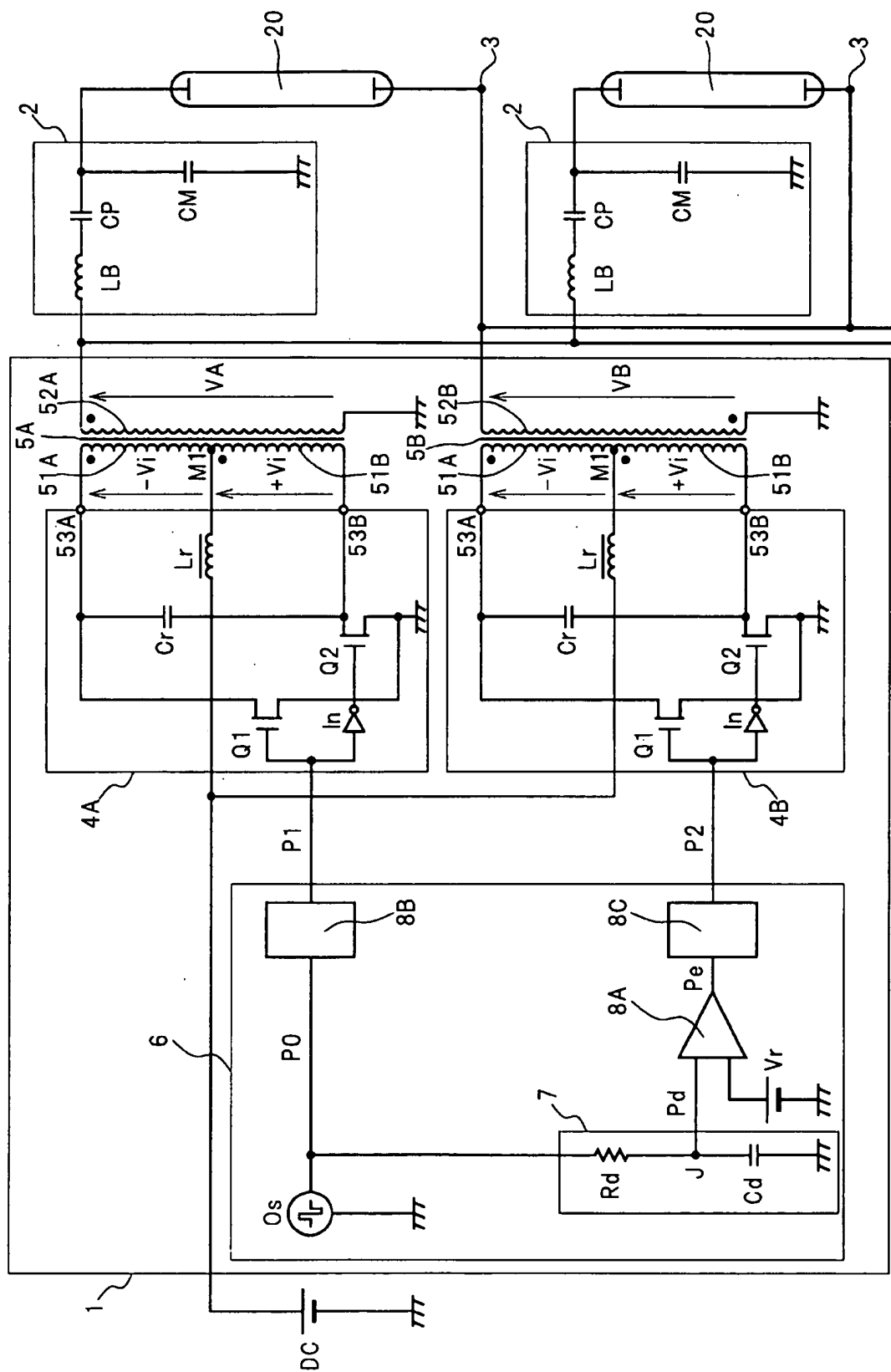
[図1]



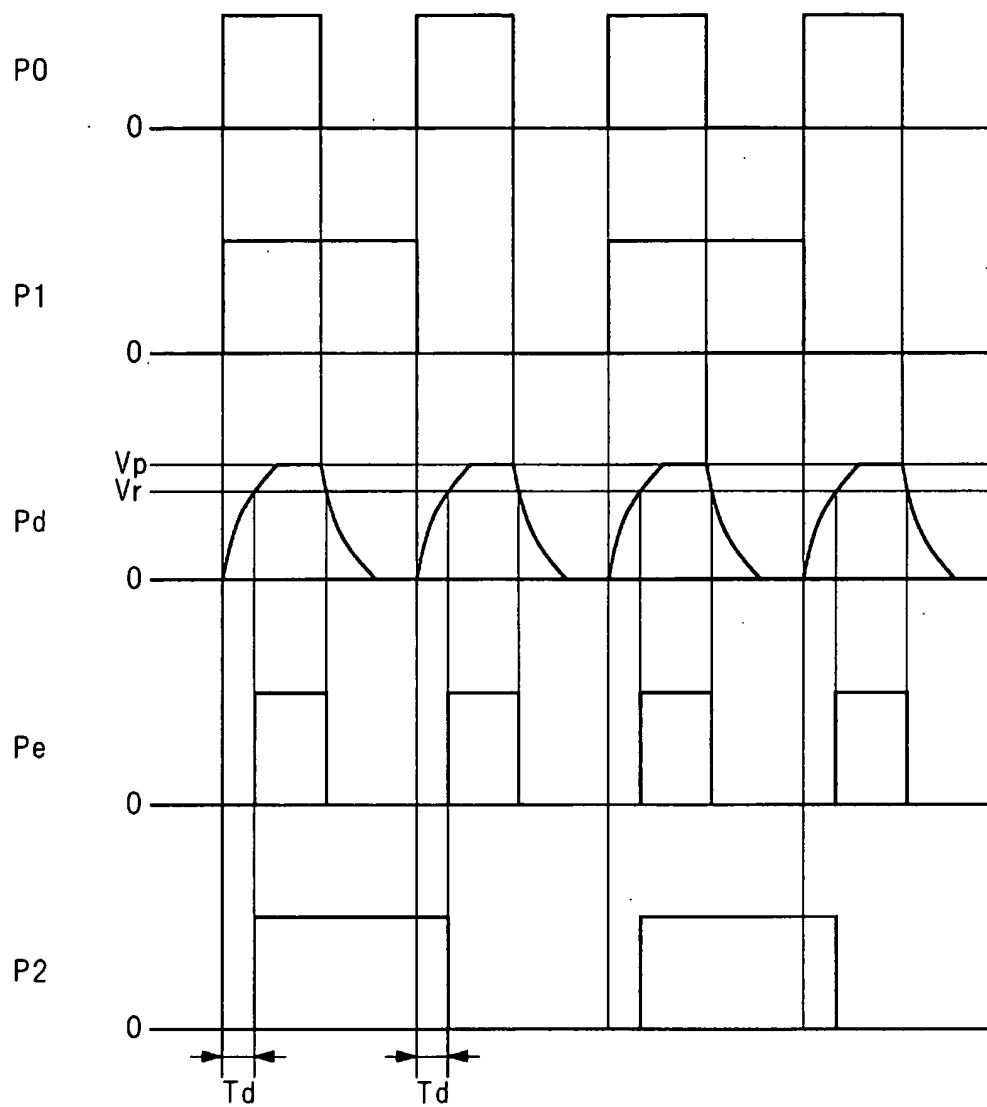
[図2]



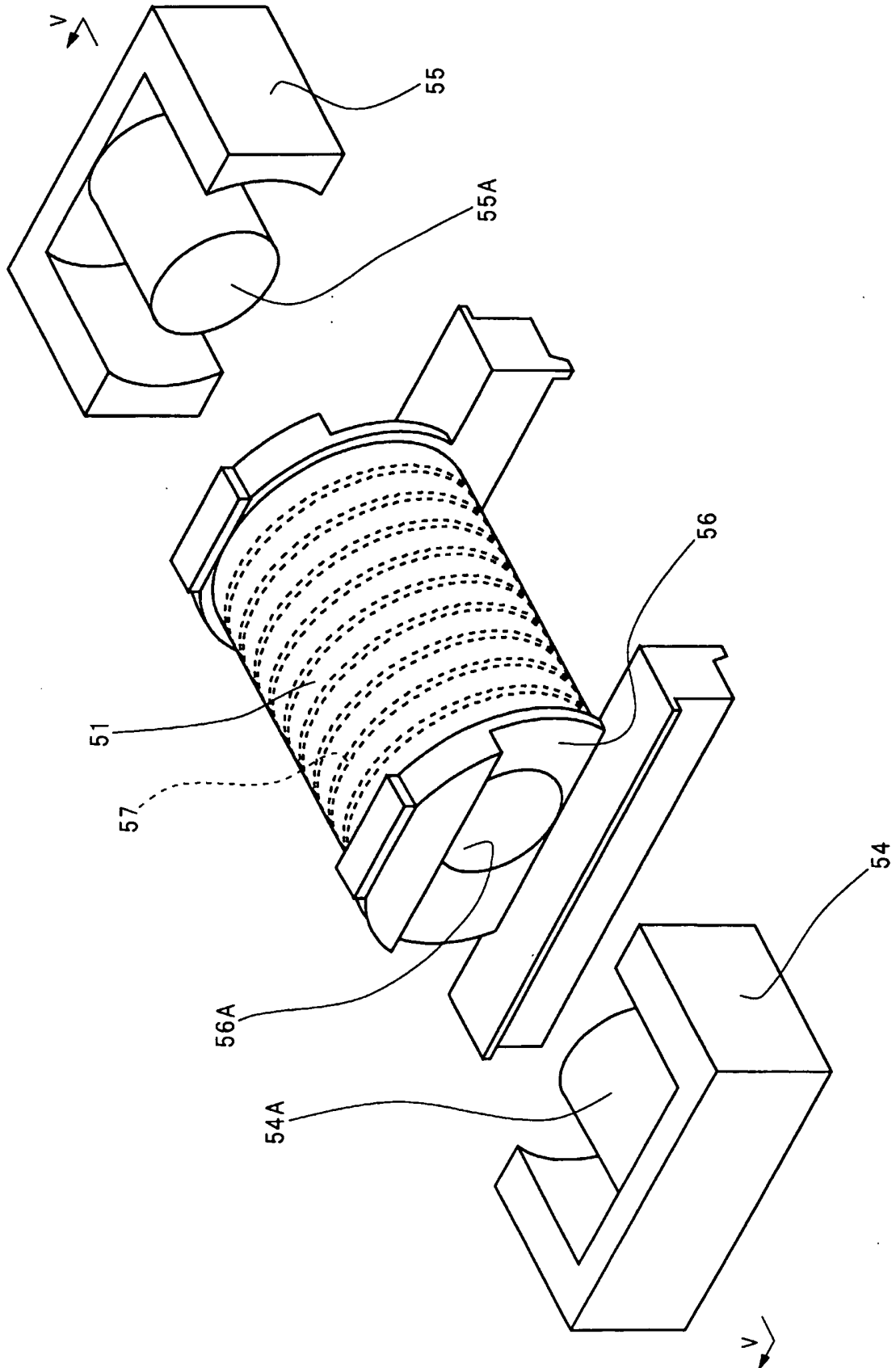
[図3]



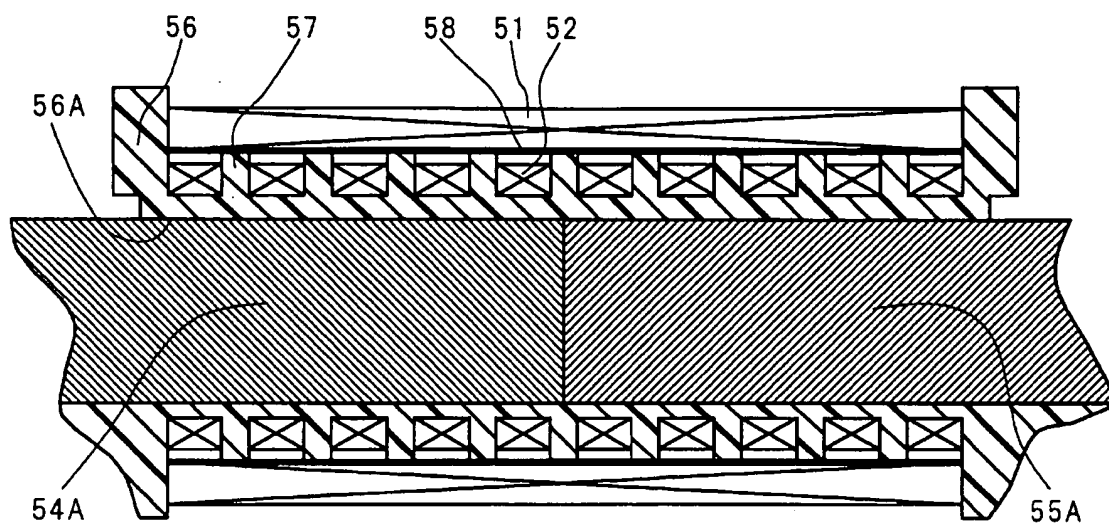
[図4]



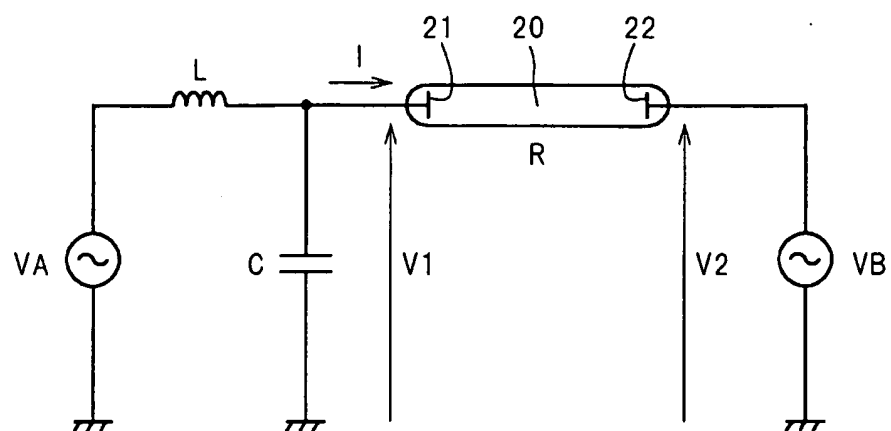
[図5]



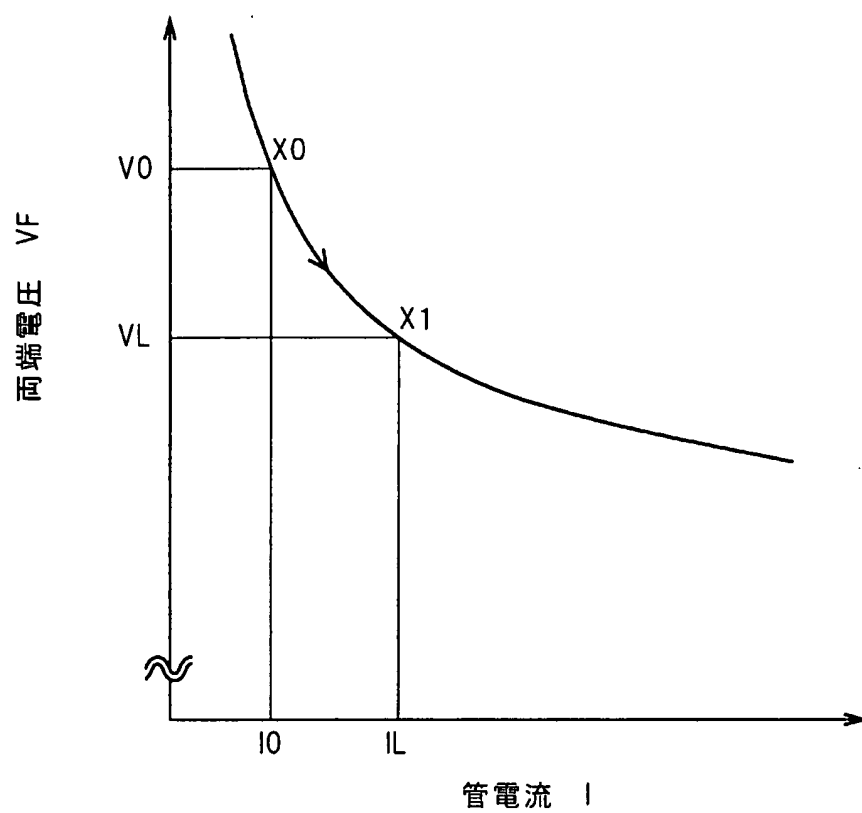
[図6]



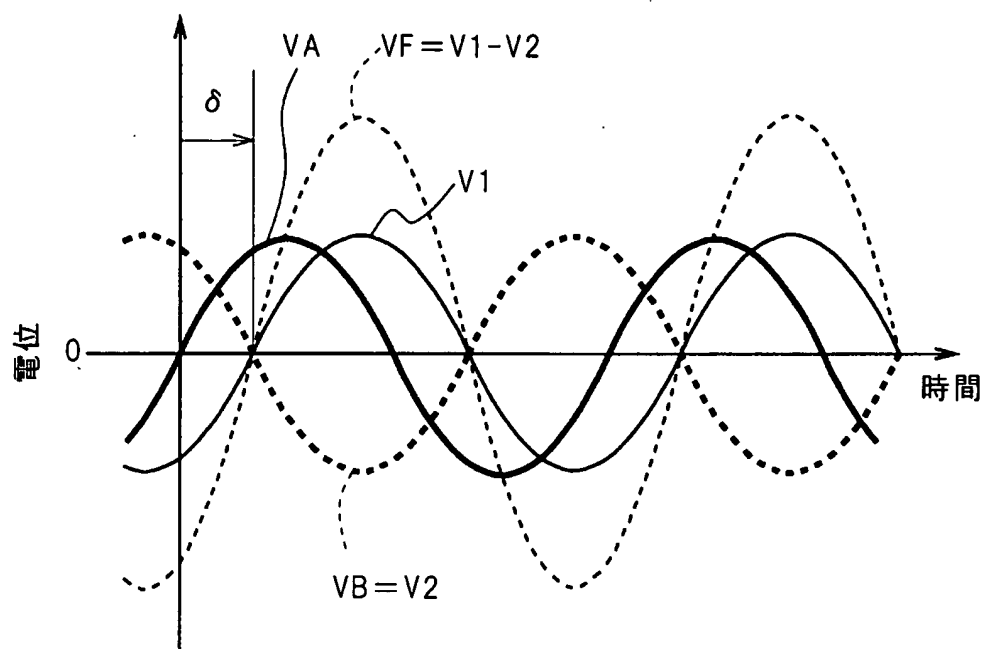
[図7]



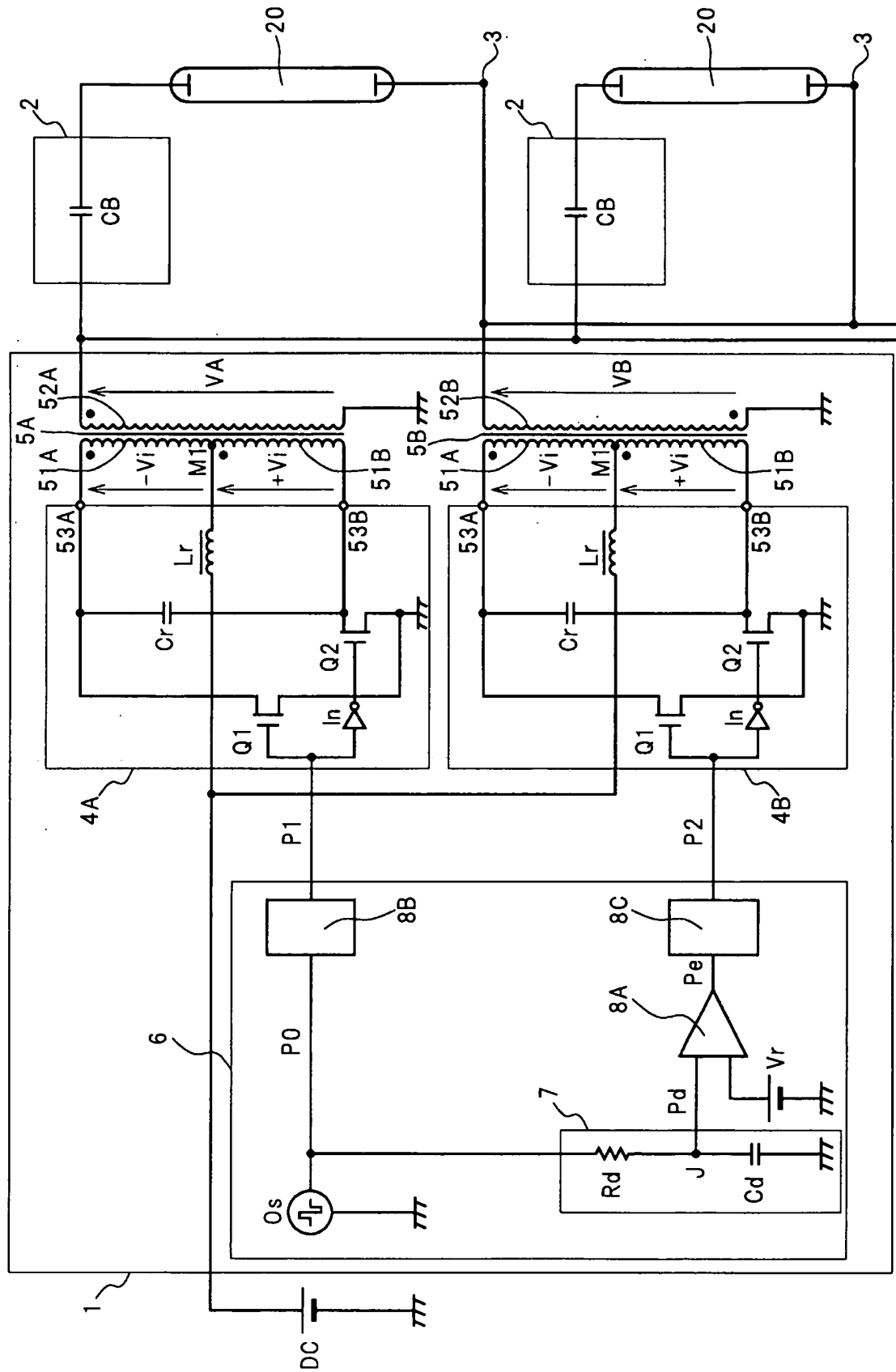
[図8]



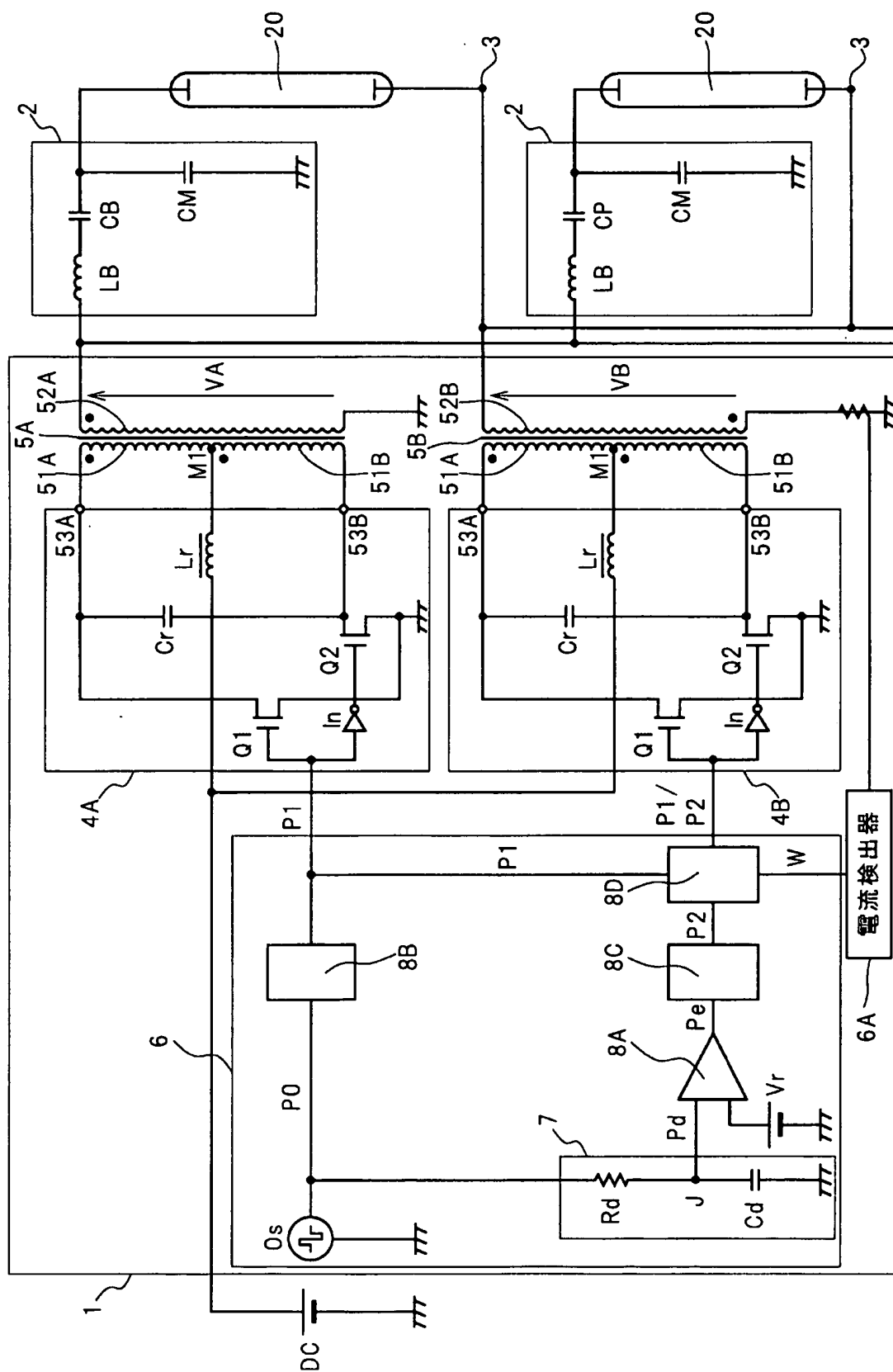
[図9]



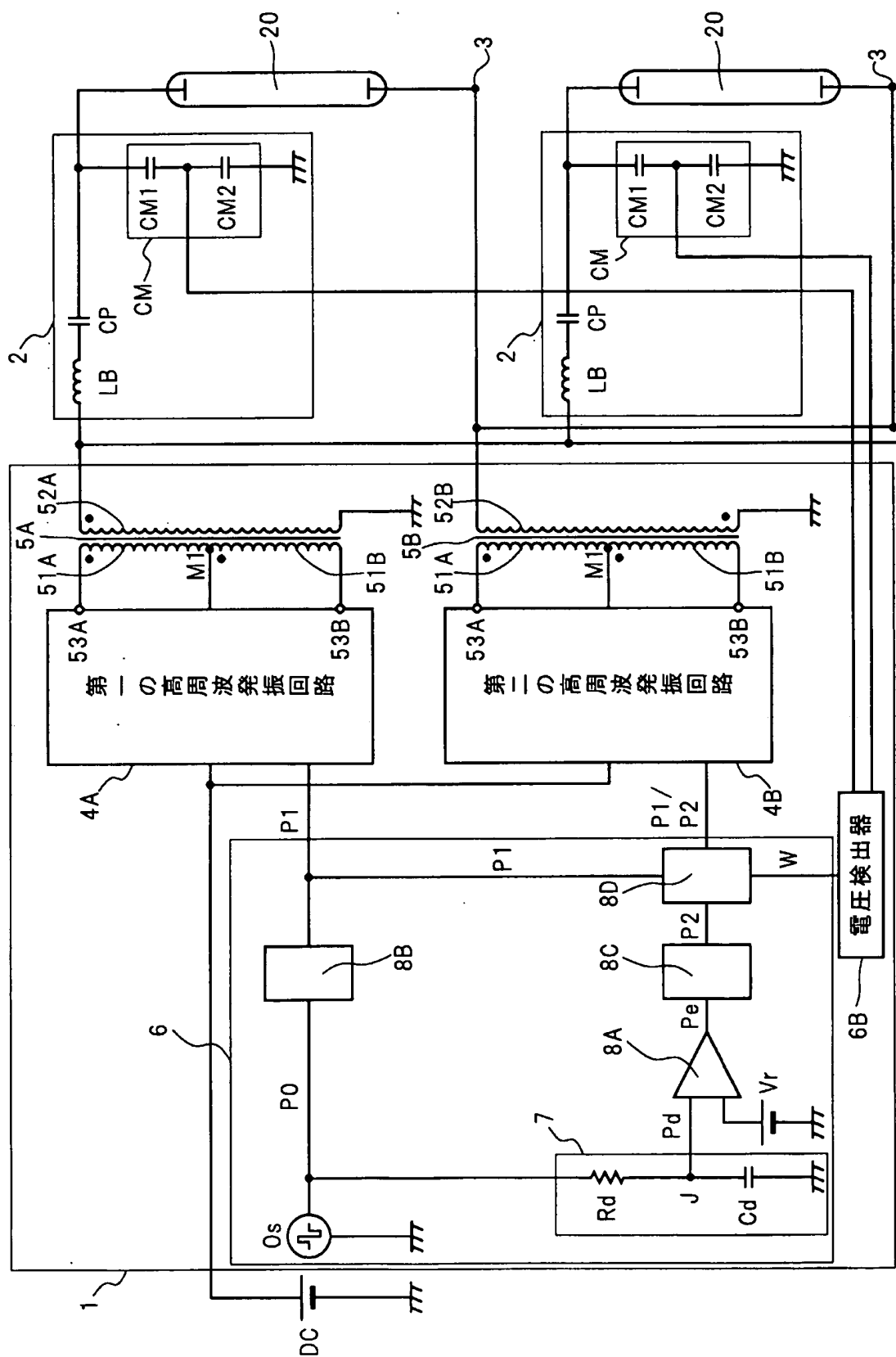
[図10]



[図12]



[図13]



[図14]

